

501P113605

1c872 U.S. PTO
09/918129



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 7月31日

出 願 番 号

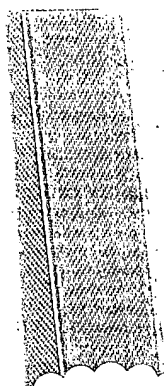
Application Number:

特願2000-231826

出 願 人

Applicant(s):

ソニー株式会社

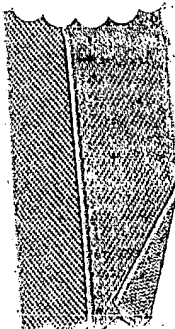
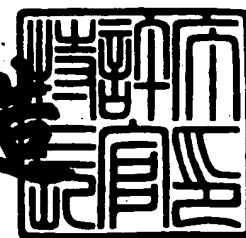


CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3038647

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000342506

【特記事項】 特許法第 3 6 条の 2 第 1 項の規定による特許出願

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03M 13/00
H04L 1/12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区東五反田 3 丁目 1 4 番 1 3 号 株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所内

【氏名】 ロバート モレロスーザラゴザ

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区東五反田 3 丁目 1 4 番 1 3 号 株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所内

【氏名】 フランシス シュワルツ

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100094983

【弁理士】

【氏名又は名称】 北澤 一浩

【選任した代理人】

【識別番号】 100095946

【弁理士】

【氏名又は名称】 小泉 伸

【選任した代理人】

【識別番号】 100099829

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 朗子

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 058230

【納付金額】 35,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 外国語明細書 1

【物件名】 外国語図面 1

【物件名】 外国語要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 外国語明細書

COMMUNICATION SYSTEM TRANSMITTING ENCODED SIGNAL USING BLOCK
LENGTHS WITH MULTIPLE INTEGRAL RELATIONSHIP

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

The present invention relates to a communication system transmitting an encoded signal across a channel with noise and fading.

2. Description of the Related Art

A communication system includes a transmitter and a receiver connected by a communication channel. In a wireless communication system, especially a mobile wireless communication system, the condition of the communication channel can change rapidly. The capacity of the channel varies with the channel condition. That is, the channel can hold more information when channel conditions are good, and less information when conditions are bad. If the transmitter and receiver are designed with parameters fixed to levels that assume less than optimal channel conditions, then they will not use the full capacity of the communication channel when the channel conditions approach the optimum channel conditions.

For example, radio waves propagate between the transmitter and the receiver in a manner that causes level of the signal received by the receiver to fluctuate constantly. This is known as fading. The signal-to-noise ratio (SNR) of the channel fluctuates in accordance with

fading. The capacity of the channel fluctuates with variation in the SNR. That is, whenever the SNR improves, the capacity of the channel increases, and whenever the SNR decreases, the capacity of the channel decreases.

In order to best make use of the capacity of the channel, the information rate, that is, the rate of information transfer, should match the channel capacity. In a fixed information rate system, the information rate is set assuming poor channel conditions so as not to risk losing information. As a result, some of the full capacity of the channel will be wasted whenever fading condition improve to better than the assumed poor channel conditions.

Adaptive communication systems have been proposed that instantaneously monitor the channel conditions, and change various transmission parameters depending on the present channel state in order to maximize efficiency of transmission.

For example, United States Patent No. 5,907,563, based on foreign priority to Japanese Patent Application No. 8-078157, discloses a wireless data communication apparatus that changes error control method based on the channel conditions. That is, during data communication, the apparatus observes various condition parameters, such as fading period, delay variance, and propagation level ratio of line-of-sight and trans horizon, to judge the condition

of the wireless transmission channel. The apparatus then selects an error control strategy, such as protocol, block length, and parity length, according to the channel condition.

For example, when the system detects transmission channel conditions of fading period: 20, delay variance: 0.5, and propagation level ratio: 100, then the system will select an error control strategy of Bose Chaudhuri Hocquenghem (BCH) code as the protocol, a block length of 100 symbols, and a parity length of 10 symbols. On the other hand, when detected transmission channel conditions include a fading period of 50, a delay variance of 0.1, and a propagation level ratio of 0, then the selected error control strategy includes Solomon Reed (SR) code as the protocol, a block length of 150 symbols, and a parity length of 30 symbols.

SUMMARY OF THE INVENTION

According to the system of United States Patent No. 5,907,563, if the transmission channel conditions change from the former to the later conditions during data communication, then the transmitter will change block length from 100 to 150 symbols.

However, a change in block length changes the transmission rate. To the receiver, this will appear as though the boundaries of the information train have shifted.

For example, the receiver will receive the header of a frame at a different time than expected.

When the receiver does not find particular information where expected, the receiver will perform a fairly complex and time consuming synchronization operation. Alternatively, the transmitter can insert redundant symbols (a type of "symbol stuffing") in the frame to keep the frame length, and consequently the transmission rate, constant. However, it is desirable to transmit only useful data, rather than such redundant symbols.

It is conceivable that the system be designed with a frame length that is a common multiple of all the possible block lengths. However, this would greatly limit frame sizes that the system could use. That is, the system of United States Patent No. 5,907,563 discloses using three different possible block lengths of 100, 150, and 200 symbols. Therefore, the frame length would be restricted to a common multiple of all these block lengths, for example 600 symbols, 1,200 symbols, and the like. Moreover, the system would require a great deal of memory to handle such large frames.

It is an objective of the present invention to provide a transmission system, transmitter, receiver, and method capable of varying block length depending on the present conditions of the transmission link, without requiring complex resynchronization operations, or symbol stuffing or

long frames to maintain a constant transmission rate.

In order to achieve the above-described objective, a transmitter according to the present invention includes a block length selector, an encoder, and an interface. The block length selector receives channel state information about state of a communication channel, and selects block lengths that are dependent on the channel state information and that are selected from a group consisting of block lengths having an integral multiple relationship, to produce a schedule of block lengths. The encoder receives information from a source and the schedule of block lengths from the block length selector, and encodes the information from the source into an encoded signal using the schedule of block lengths. The interface transmits the encoded signal over the communication channel.

With this configuration, because the block length selector selects block lengths from a group of block lengths with an integral relationship, information rate and block length can be easily changed. As a result, the overall rate of reliable information transmitted through a fading channel can be maximized.

Also, the block length can be changed while maintaining a constant channel transmission rate. Therefore, complex and time consuming synchronization operations can be reduced.

Also, each block length enables a number of different information rates. Therefore, by being able to select block length, the variety of selectable information rates increases. This results in an overall improvement in code information granularity, that is, the information rate granularity becomes finer.

It is desirable that the block length selector assembles the block lengths in the schedule of block lengths in frames that each total a maximum block length. With this configuration, frame synchronization is simple.

According to another aspect of the present invention, a receiver for receiving a signal transmitted over a communication channel, includes a block length selector, an interface, and a decoder. The block length selector receives channel state information about state of the communication channel, and selects block lengths that are dependent on the channel state information and that are selected from a group consisting of block lengths having an integral multiple relationship, to produce a schedule of block lengths. The interface receives the signal from the communication channel. The decoder receives the signal from the interface and the schedule of block lengths produced by the block length selector, and decodes the signal using the schedule of block lengths.

With this configuration, because the block length

selector selects block lengths from a group of block lengths with an integral relationship, information rate and block length can be easily changed. As a result, the overall rate of reliable information transmitted through a fading channel can be maximized.

Also, a constant channel transmission rate will be maintained even when the block length changes. Therefore, the receiver receives a signal with a fixed transmission rate. Since the receiver does not need to be adjustable for varying transmission rates caused by mismatches in block length, the receiver can be less complex and less costly. Also, complex and time consuming synchronization operations can be reduced.

Also, each block length enables a number of different information rates. Therefore, by being able to select block length, the variety of selectable information rates increases. This results in an overall improvement in code information granularity, that is, the information rate granularity becomes finer.

It is desirable that the receiver further include a channel state estimator that assesses state of the channel based on the signal from the communication channel, and produces the channel state information accordingly. With this configuration, there is no need to provide a separate apparatus for providing the channel state information.

It is desirable that the receiver further include a channel state predictor that makes predictions on future conditions of the communication channel based on the channel state information from the channel state estimator. In this case, the block length selector produces the schedule of block lengths based on the predictions so that the schedule of block lengths will better suit the state of the channel.

According to another aspect of the present invention, a communication system for performing transmission and reception of a signal over a communication channel, includes a channel state estimator, a block length selector, a transmitter, and a receiver. The channel state estimator assesses the state of the communication channel, and produces channel state information accordingly. The block length selector receives channel state information from the channel state estimator, and selects block lengths that are dependent on the channel state information and that are selected from a group consisting of block lengths having an integral multiple relationship, to produce a schedule of block lengths.

The transmitter has an encoder and a transmission interface. The encoder receives information from a source and the schedule of block lengths from the block length selector, and encodes the information from the source into an encoded signal using the schedule of block lengths. The

transmission interface transmits the encoded signal over the communication channel. The receiver has a reception interface and a decoder. The reception interface receives the encoded signal from the transmission interface across the communication channel. The decoder receives the encoded signal from the reception interface and the schedule of block lengths produced by the block length selector, and decodes the signal using the schedule of block lengths.

With this configuration, the block length selector selects block lengths from a group of block lengths with an integral relationship. Therefore, information rate and block length can be easily changed. As a result, the overall rate of reliable information transmitted through a fading channel can be maximized.

The block length can be changed while maintaining a constant channel transmission rate. Therefore, the receiver need not be a receiver with variable transmission rate. Since it does not need to be adjustable for varying transmission rates caused by mismatches in block length, the receiver is less complex and less costly. Also, complex and time consuming synchronization operations can be reduced.

Also, each block length enables a number of different information rates. Therefore, by being able to select block length, the variety of selectable information rates increases. This results in an overall improvement in code

information granularity, that is, the information rate granularity becomes finer.

It is desirable that the channel state estimator of the communication system be provided in the receiver, and the block length selector be provided in both the transmitter and the receiver. In this case, the channel state estimator sends the channel state information to the block length selector in the transmitter across a feedback channel, and sends the channel state information to the block length selector in the transmitter. With this configuration, the amount of data transmitted across the feedback channel can be reduced.

It is also desirable that the receiver and transmitter of the communication system both further include a channel state predictor for making predictions on future conditions of the communication channel based on the channel state information from the channel state estimator. In this case, the block length selectors of the receiver and of the transmitter produce the schedule of block lengths based on the predictions. With this configuration, the amount of data transmitted across the feedback channel can be reduced.

It is desirable that the block length selector assembles the block lengths in the schedule of block lengths in frames that each total a maximum block length. With this configuration, the frame synchronization is simple.

According to another aspect of the present invention, a method of transmitting a signal over a communication channel, includes: receiving channel state information about state of the communication channel; selecting block lengths that are dependent on the channel state information and that are selected from a group consisting of block lengths having an integral multiple relationship, to produce a schedule of block lengths; receiving information from a source; encoding the information from the source into an encoded signal using the schedule of block lengths; and transmitting the encoded signal over the communication channel.

By transmitting according to this method, because block lengths are selected from a group of block lengths with an integral relationship, the information rate and block length can be easily changed. As a result, the overall rate of reliable information transmitted through a fading channel can be maximized.

Also, a constant channel transmission rate will be maintained even when the block length changes. Therefore, complex and time consuming synchronization operations can be reduced.

Also, each block length enables a number of different information rates. Therefore, by being able to select block length, the variety of selectable information rates increases. This results in an overall improvement in code

information granularity, that is, the information rate granularity becomes finer.

According to another aspect of the present invention, a method of receiving a signal transmitted over a communication channel includes: receiving channel state information about state of the communication channel; selecting block lengths that are dependent on the channel state information and that are selected from a group consisting of block lengths having an integral multiple relationship, to produce a schedule of block lengths; receiving the signal from the communication channel; and decoding the signal using the schedule of block lengths.

By receiving according to this method, because block lengths are selected from a group of block lengths with an integral relationship, information rate and block length can be easily changed. As a result, the overall rate of reliable information transmitted through a fading channel can be maximized.

Also, a constant channel transmission rate will be maintained even when the block length changes. Therefore, a receiver that operates according to this method receives a signal with a fixed transmission rate. Since the receiver does not need to be adjustable for varying transmission rates caused by mismatches in block length, the receiver can be less complex and less costly. Also, complex and time

consuming synchronization operations can be reduced.

Also, each block length enables a number of different information rates. Therefore, by being able to select block length, the variety of selectable information rates increases. This results in an overall improvement in code information granularity, that is, the information rate granularity becomes finer.

According to another aspect of the present invention, transmission and reception of a signal over a communication channel is performed by: assessing state of the communication channel, and producing channel state information accordingly; selecting block lengths that are dependent on the channel state information and that are selected from a group consisting of block lengths having an integral multiple relationship, to produce a schedule of block lengths; receiving information from a source; encoding the information from the source into an encoded signal using the schedule of block lengths; transmitting the encoded signal over the communication channel; receiving the encoded signal from across the communication channel; and decoding the encoded signal using the schedule of block lengths.

By performing transmission and reception according to this method, because block lengths are selected from a group of block lengths with an integral relationship, information rate and block length can be easily changed. As a result,

the overall rate of reliable information transmitted through a fading channel can be maximized.

Also, a constant channel transmission rate will be maintained even when the block length changes. Therefore, a receiver that operates according to this method receives a signal with a fixed transmission rate. Since the receiver does not need to be adjustable for varying transmission rates caused by mismatches in block length, the receiver can be less complex and less costly. Also, complex and time consuming synchronization operations can be reduced.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The above and other objects, features and advantages of the invention will become more apparent from reading the following description of the embodiment taken in connection with the accompanying drawings in which:

Fig. 1 is a functional block diagram showing a communication system according to a first embodiment of the present invention;

Fig. 2 is a schematic view showing integral relationship of block lengths used in an encoder of the communication system shown in Fig. 1;

Fig. 3 is a schematic view showing a maximum block length assembled from smaller block lengths with the integral relationship;

Fig. 4 is a schematic view showing a frame assembled

from a plurality of maximum block lengths;

Fig. 5 is a graph showing information rates possible using soft-decision MLD of extended BCH codes of lengths 8, 16, 32, 64, and 128 bits;

Fig. 6 is a graph showing information rates possible using hard-decision MLD of extended BCH codes of lengths 8, 16, 32, 64, and 128 bits; and

Fig. 7 is a block diagram showing a broadcasting system according to a second embodiment of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE EMBODIMENTS

A communication system according to embodiments of the present invention will be described while referring to the accompanying drawings.

Fig. 1 is a functional block diagram showing a transmission system 1 according to a first embodiment. The transmission system 1 includes a transmitter 10 and a receiver 20. The transmitter 10 transmits information to the receiver 20 across a communication channel 30, which includes noise and fading.

The transmitter 10 includes an encoder 11, a modulator 12, a channel state predictor 14, and a block length selector 15. The encoder 11 receives information from a source, and encodes the information. The encoder 11 outputs the source information in encoded form to the modulator 12.

The modulator 12 modulates the encoded signal from a base band up to a carrier band and transmits it across the communication channel 30.

The receiver 20 includes a decoder 21, a demodulator 22, a channel state estimator 23, a channel state predictor 24, and a block length selector 25. The demodulator 22 receives and demodulates the signal from the transmitter 10 from the carrier signal back down to the base band. The decoder 21 receives and decodes the demodulated signal from the demodulator 22, and then transfers the decoded signal to a sink.

The channel state estimator 23 of the receiver 20 receives the signal transmitted from the transmitter 20 over the communication channel 30, and uses it to make an assessment of the present state of the communication channel 30. The channel state estimator 23 according to the embodiment is a Least Mean Squared (LMS) filter, because this is probably the simplest way to extract information about the channel state and predict channel state using the information. However, any method or configuration capable of extracting information about the channel state and predicting channel state can be used.

According to the present embodiment, when the system is started up, the transmitter 10 will send only an unmodulated carrier signal (pilot carrier) for a brief

synchronization period. During this time, the channel state estimator 23 of the receiver 20 observes the pilot carrier to accumulate information about the fading condition of the channel. Future fading condition can be predicted based on information about fading and the weights of the LMS filter.

The channel state estimator 23 makes its assessment based on the two parameters of fading depth and fading rate. The fading depth, that is, instantaneous SNR, represents how attenuated the signal level is in the receiver 20. The fading depth is used to determine the information rate. That is, if the fading depth is very large, then many errors can be expected, so a higher coding rate with more redundancy is needed. The fading depth can be determined by measuring the power received at the antenna of the receiver 20.

The fading rate indicates how fast the fading depth changes, and is used to determine the block length. If fading is slow, then longer block lengths can be used safely. However, if the fading level changes very fast, then shorter block lengths are required, because the fading depth might change in the middle of a code word with longer block length so that information is lost. There are many conventional methods for determining fading rate. For example, Fourier transform can be performed on a tone (sinusoidal wave) included in the header of the transmission frame. The Doppler frequency represents the fading rate.

The channel state estimator 23 transmits only raw information about fading and the weights from the LMS filter to the channel state predictor 13 across a feedback channel 40. According to the present embodiment, the feedback channel 40 is a side channel, independent from the communication channel 30, constructed by time division multiplexing or frequency division multiplexing. Because the channel state information that is transmitted across the feedback channel 40 is so important, the channel 40 needs to be very robust, with very strong coding to produce a very low error rate. It should be noted that the feedback channel 40 could be any type of transmission channel, including any wireless or wire channel.

The channel state predictor 14 receives the raw information from the estimator 23, and at a certain point will predict ahead about future conditions of the communication channel 30. The channel state predictor 14 sends these predictions to the block length selector 15.

The block length selector 15 receives the predictions from the predictor 14 and selects the block lengths that correspond to the predictions to produce a schedule of codes including a schedule of block lengths and a schedule of information rates. The block length selector 15 selects the block lengths from a group consisting of block lengths all with an integral relationship to each other. A group

consisting of L block lengths n_1, n_2, \dots, n_L is considered to have an integral relationship, that is, is considered to be length compatible, when it meets the following $L-1$ conditions:

$$n_1 \mid n_2, n_2 \mid n_3, \dots, n_{(L-1)} \mid n_L,$$

wherein, for two positive integers a and b , $b \mid a$ if and only if $a = mb$, for some positive integer m .

According to this definition, a variety of different groups of block lengths can be considered as being length compatible. For example, a group consisting of block lengths 5, 15, and 45 is length compatible, as is a group consisting of block lengths 8, 16, 32, 64, and 128. Fig. 2 shows frames $N_8, N_{16}, N_{32}, N_{64}$, and N_{128} assembled from code words with block lengths of 8, 16, 32, 64, and 128 bits, respectively, as per the later integral relationship.

Each of the block lengths includes a total of 2^l bits, wherein l is 3, 4, 5, 6, or 7. The total bits of each code word includes information bits k followed by parity P . The information rate of each code word can be changed by increasing or decreasing the number of information bits k contained in the code word, so that each block length enables a number of different information rates. The notation " k_{xy} " indicates the number of information bits k transmitted when a codeword from code x is used to make up the y th subinterval of the frame N presently being assembled.

In the example of Fig. 2, a code word with information bits k and parity P totaling 128 bits is the maximum block length N that can be safely transmitted under the best channel conditions. "Frame" refers to a transmission of successive coded bits in a number equivalent to the maximum block length N .

A code word with a long block length has the capacity to contain a greater proportion of actual information k to parity P than a code word with shorter block length. Therefore, in order to increase the rate of information transfer, that is, the information rate (k/N) , it is desirable to use longer block lengths. Whenever possible, the block length selector 14 selects the longest block length that can be safely used under the predicted channel conditions.

According to the embodiment, the block lengths 8, 16, 32, 64, and 128 are produced by extending code words of cyclic block control codes, by addition of an added parity bit APB to the code words. Block error control codes typically have block length $n=2^m-1$, wherein m is an integral number from three on, that is, 3, 4, 5, ..., m . By extending each block length by adding a parity bit, the block lengths then have the very favorable integral relationship 2^1 of the present embodiment. In the example shown in Fig. 2, the Hamming codes of block lengths 2^m-1 , $m=3, 4, \dots, 7$ have been

extended by addition of a single parity bit APB, so that the block lengths are compatible. Extension is a commonly used principle in error control coding to match block length with a particular computer architecture. It should be noted that although only block lengths of 128 and 64 bits are shown in Fig. 2 as including an added parity bit APB, all other blocks include an added parity bit APB also.

The block length selector 15 selects and assembles frames based on the channel state and the maximum block length N . Although the block length selector 15 assembles the frames N_8 , N_{16} , N_{32} , N_{64} , and N_{128} of Fig. 2 using only a single block length in each frame, the block length selector 15 can assemble each frame using any mix of block lengths that best suits the predicted channel conditions. For example, the block length selector 15 assembles the frame N_{mix} shown in Fig. 3 when the channel state predictor 14 predicts that the channel state will degrade during transmission of the frame N_{mix} . In accordance with this, the block length selector 15 selects a fairly long block of 64 bits at the start of the frame N_{mix} when channel conditions are predicted to be fairly good, selects shorter block lengths of 16 and 8 bits where channel state is predicted to degrade, and a block length of 32 bits toward the end of the frame N_{mix} when channel state is predicted to improve. It is therefore clear that a frame can be assembled using any

combination of code words, as long as the combination does not exceed the maximum block length N .

In this way, the block length selector 15 selects block lengths from a group of block lengths with an integral relationship. Therefore, information rate and block length can be easily changed. As a result, the overall rate of reliable information transmitted through a fading channel can be maximized.

The block length can be changed while maintaining a constant channel transmission rate. Therefore, the receiver 20 need not be a receiver with variable transmission rate. Since it does not need to be adjustable for varying transmission rates caused by mismatches in block length, the receiver 20 is less complex and less costly. Also, complex and time consuming synchronization operations can be reduced.

Also, each block length enables a number of different information rates. Therefore, by being able to select block length, the variety of selectable information rates increases. This results in an overall improvement in code information granularity, that is, the information rate granularity becomes finer.

The encoder 15 uses the maximum block length N as the basis of transmission frames. As shown in Fig. 4, a transmission frame typically includes a header H , a payload PL with parity, and a trailer T . The encoder 15 assembles

the transmission frame so that the payload PL equals an integral multiple of the maximum block length N ($PL=mN$, wherein m is a positive integer). In the example of Fig. 4, m equals four. It should be noted that m could equal one, wherein the payload PL of the frame would equal the maximum block length N.

The group of integral block lengths could be stored in a memory, such as a ROM or RAM, for example in table form in association with different potential channel states. When stored in table form, the block length selector 15 searches the tables for a channel state that matches the predicted channel state received from the predictor 14, selects the block length in association with the predicted channel condition, and sends the block length to the encoder 11.

Tables 1 to 5 represent examples of tables that the block length selector 15 uses to determine the schedule of codes based on information from the predictor 14. The Tables 1 to 5 relate to extended Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (eBCH) codes having lengths 8, 16, 32, 64 and 128, respectively. Each table shows information rates and instantaneous SNR conditions required to achieve a word error rate of 10^{-4} for all eBCH codes of the corresponding length. All Tables 1 to 5 show the situation when soft decision maximum-likelihood decoding (SD-MLD) is employed. Fig. 6 shows the same information as in the Tables 1 to 5 in the form of a graph,

wherein the vertical axis represents information rate and the horizontal axis represents SNR, using as a reference the cutoff rate of an additive white Gaussian noise (AWGN) channel with binary phase shift keying (BPSK) modulation.

Block Length 8 (SD-MLD)	
Information Rate	E_s/N_0 (dB)
1/8	-0.6326
4/8	3.7178
7/8	7.0232

Table 1:

Block Length 16 (SD-MLD)	
Information Rate	E_s/N_0 (dB)
1/16	-3.6429
5/16	1.0309
7/16	2.4753
11/16	4.6347
15/16	7.5865

Table 2

Block Length 32 (SD-MLD)	
Information Rate	E_s/N_0 (dB)
1/32	-6.6532
6/32	-1.6914
11/32	0.3019
16/32	2.1353
21/32	3.5557
26/32	5.3603
31/32	9.6875

Table 3

Block Length 64 (SD-MLD)	
Information Rate	E_s/N_0 (dB)

Rate	
1/64	-9.6635
7/64	-4.4371
10/64	-3.3987
16/64	-1.9633
18/64	-1.5413
24/64	-0.2561
30/64	0.6682
36/64	1.6432
39/64	2.2030
45/64	3.2739
51/64	4.4224
57/64	5.9715
63/64	8.5112

Table 4

Block Length 128(SD-MLD)	
Information Rate	E_s/N_0 (dB)
1/128	-12.6738
8/128	-7.2002
15/128	-5.5139
22/128	-4.2890
29/128	-3.3096
36/128	-2.4516
43/128	-1.7071
50/128	-1.0514
57/128	-0.3673
64/128	0.2369
71/128	0.8338
78/128	1.4060
85/128	2.0267
92/128	2.6546
99/128	3.3399
106/128	4.1440
113/128	5.1238
120/128	6.5043
127/128	8.9060

Table 5

According to the embodiment, when the predictor 14 sends to the block length selector 15, a fading depth (SNR

level) and a fading rate predicted for a particular block or frame, the block length selector 15 searches the tables to find all SNRs that are less than the predicted SNR. From these SNRs of all tables, the block length selector 15 extracts from each table the SNR that is nearest to the predicted SNR. The block length selector 15 then uses the fading rate to determine the longest block length that can be used safely considering the channel conditions, and selects the information rate in correspondence with the SNR extracted for that longest block length when assembling the particular block or frame.

For example, if the block length selector 15 receives a prediction that an SNR of 0 decibels and a slow fading rate will occur during a particular block or frame, then the block length selector 15 will search the tables and extract all SNRs less than 0 decibels, that is, the block length selector 15 will extract all negative number SNRs. Of these SNRs, the block length selector 15 will extract the SNR of -0.6326 for block length 8, the SNR of -3.6429 for block length 16, the SNR of -3.6532 for block length 32, the SNR of -0.2561 for block length 64, and the SNR of -0.3673 for block length 128. Assuming that the block length selector 15 will determine that the fading rate is slow enough to use the longest block length of 128 safely, the block length selector 15 will select the information rate of 57/128.

which is in correspondence with the SNR of -0.3673 for block length 128. If a faster fading rate was predicted, then the block length selector 15 would select a shorter block length and information rate accordingly.

Tables 6 to 10 and Fig. 6 show the situation when hard-decision bounded-distance decoding (HD-BDD), for example, the Berlekamp-Massey algorithm, is employed instead of soft decision maximum-likelihood decoding (SD-MLD). The results shown in Tables 6 to 10 were obtained using the following well-known expression on the probability of a decoded word error:

$$P_w = \sum_{i=t+1}^n \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i},$$

wherein $p = Q\left(\sqrt{\frac{2E_s}{N_0}}\right)$.

Block Length 8 (HD-MLD)	
Information Rate	E_s/N_0 (dB)
1/8	2.12
4/8	6.22
7/8	9.49

Table 6

Block Length 16 (HD-MLD)	
Information Rate	E_s/N_0 (dB)
1/16	-1.13
5/16	3.81
7/16	5.04
11/16	6.86
15/16	9.80

Table 7

Block Length 32 (HD-MLD)	
Information Rate	E_s/N_0 (dB)
1/32	-4.32
6/32	1.43
11/32	2.92
16/32	4.69
21/32	5.85
26/32	7.41
31/32	10.0882

Table 8

Block Length 64 (HD-MLD)	
Information Rate	E_s/N_0 (dB)
1/64	-7.52
7/64	-0.37
10/64	0.41
16/64	1.22
18/64	1.63
24/64	3.04
30/64	3.54
36/64	4.12
39/64	4.77
45/64	5.55
51/64	6.52
57/64	7.90
63/64	10.36

Table 9

Block Length 128(HD-MLD)	
Information Rate	E_s/N_0 (dB)
1/128	-10.51
8/128	-1.83
15/128	-0.98
22/128	-0.12
29/128	0.32
36/128	1.74
43/128	2.00
50/128	2.26
57/128	2.83
64/128	3.13
71/128	3.45
78/128	4.18
85/128	4.59
92/128	5.06
99/128	5.60
106/128	6.26
113/128	7.10
120/128	8.33
127/128	10.62

Table 10

The decoder 21 of the receiver 20 must be in synchronization with the information received from the encoder 11. Therefore, the information from the channel state estimator 23 is transmitted not only to the channel state predictor 14 of the transmitter 10, but also simultaneously the channel state predictor 24 of the receiver 20. The channel state predictors 14, 24 both include the same algorithm, and so perform exactly the same calculations using the coefficients to reach exactly the same conclusions about predictions of the channel state. The channel state predictor 24 forwards its predictions to the

block length selector 25, which operates in the same manner as the block length selector 25 to provide a schedule of codes to the decoder 21. The decoder 21 uses the schedule of codes to determine what block lengths to expect in the signal from the demodulator 22.

The encoder in the transmitter and the decoder in the receiver should not be confused with configuration for source en-/decoding, which is used for compressing the information from the source. However, such a source compression algorithm can be provided to compress the information from the source.

If the feedback channel is extremely reliable, then a compression algorithm can be provided in the receiver 20 to compress the weight and input vectors before transmitting them across the feedback channel 40. A decompression algorithm provided in the transmitter 10 would then decompress the information about fading and the weights from the LMS filter, and transfer this to the channel state predictor 14.

Fig. 7 shows a broadcasting system 101 according to a second embodiment of the present invention. The broadcasting system 101 includes a broadcast transmitter 110, a monitor receiver 125, and a plurality of broadcast receivers 120. The broadcast transmitter 110 transmits a signal to the monitor receiver 125 and the broadcast

receivers 120 across a communication channel 130 with noise and fading. Although only a single broadcast receiver 120 is shown in Fig. 7, the other broadcast receivers 120 of the broadcasting system 101 have the same configuration, so their explanation will be omitted.

The monitor receiver 125 includes a code schedule producer 126 that performs the functions of predicting the channel state and selecting block length described for the channel state estimator 23, the channel state predictors 14, 24, and block length selectors 15, 25 of the first embodiment. The code schedule producer 126 prepares a schedule of codes, which includes block length and information rate, and transmits it to the broadcast transmitter 110 across a highly reliable transmission channel, such as a fiber optic link 140.

The broadcast transmitter 110 includes an encoder 111 and a modulator 112. The encoder 111 receives the schedule of codes from the monitor receiver 125 and encodes the information from the source using the block lengths and timings designated in the schedule of codes. The encoder 111 also embeds decoding information in the encoded signal, for example, by adding information on code of a particular frame in the header of the frame. The modulator 112 modulates the encoded signal from a base band up to a carrier band and transmits it across the communication channel 130.

The broadcast receiver 120 includes a demodulator 122 and a decoder 121. The demodulator 122 receives and demodulates the signal from the transmitter 110 back down from the carrier signal to the base band. The decoder 121 uses the decoding information embedded in the signal to anticipate what code words will appear in the signal from the demodulator 22 at what timing.

While the invention has been described in detail with reference to specific embodiments thereof, it would be apparent to those skilled in the art that various changes and modifications may be made therein without departing from the spirit of the invention, the scope of which is defined by the attached claims.

For example, the embodiment described producing a group of codes with an integral relationship using extension. However, a variety of codes include block lengths that naturally have an integral relationship, without extension. For example, quasicyclic codes include blocks lengths having a natural integral relationship.

Also, the present invention is not limited to the code families mentioned in the embodiment, but could be applied to any linear block code.

The invention could be used in any type of communication system, such as a cellular communication system. In this case, the base station would receive its own

transmitted signal to monitor the channel state, or a separate fixed or mobile receiver would be provided for monitoring the channel state.

Although, the embodiment describes determining channel conditions based on fading depth and fading rate, the channel conditions could be determined on a variety of different information contained in the transmitted signal.

Although the embodiment described the present invention applied to a system for communication across a wireless channel, the present invention could also be applied to a system for communication across a wire line channel instead. Although the SNR is usually less dynamic on a fixed line communication system than on a wireless communication system, there are still benefits to changing the block length according to the SNR in a fixed line system, and so there will be benefits to using block lengths that are integral multiples of each other.

The modulator and demodulator need not be provided to the system. In the typical sense, a modulator is for modulating a base band signal to a carrier frequency. A demodulator demodulates the signal back down to base band. Therefore, if the communication system 1 is a base band fixed-wire line communication system, then there is no need to provide a modulator or a demodulator. The modulator and demodulator serve as interfaces for converting base band

information into pass band information. In this sense, any interface between encoded information and the transmission medium can be used instead.

Although the embodiment described the present invention as applied to block codes, the present invention could also be used with convolutional codes. In this case, the convolutional codes would need to be converted into block codes using termination. Zeros, in a number dependent on the number of information bits of the encoder, are appended after the information bits. However, termination reduces the error correcting capability of convolution codes. Also, the block lengths would have to be quite large, so channel state would have to be quite good, with very slow fading variation.

The channel state estimator 23 of the first embodiment can be replaced with the centralized code schedule producer 126 of the second embodiment. In this case, the channel state estimator 23 and the channel state predictors 14, 24 can be dispensed with. The modified channel state estimator 23 would produce a schedule of codes, which includes block length and information rate, and transmit the schedule of codes simultaneously to the encoder 11, via the feedback channel 40, and to the decoder 21. The encoder 11 would encode the information from the source using the block lengths and timings designated in the schedule of codes. The

decoder 21 would use the schedule of codes to anticipate what code words will appear in the signal from the demodulator 22 at what timing. However, it should be noted that this configuration greatly increases the amount of information transmitted across the feedback channel 40.

What is claimed is:

1. A transmitter for transmitting a signal over a communication channel, the transmitter comprising:

a block length selector for receiving channel state information about state of the communication channel, and for selecting block lengths that are dependent on the channel state information and that are selected from a group consisting of block lengths having an integral multiple relationship, to produce a schedule of block lengths;

an encoder for receiving information from a source and the schedule of block lengths from the block length selector, and encoding the information from the source into an encoded signal using the schedule of block lengths; and

an interface for transmitting the encoded signal over the communication channel.

2. A transmitter as claimed in claim 1, wherein the block length selector assembles the block lengths in the schedule of block lengths in frames that each total a maximum block length.

3. A receiver for receiving a signal transmitted over a communication channel, the receiver comprising:

a block length selector for receiving channel state information about state of the communication channel, and for selecting block lengths that are dependent on the channel state information and that are selected from a group

consisting of block lengths having an integral multiple relationship, to produce a schedule of block lengths;

an interface for receiving the signal from the communication channel; and

a decoder for receiving the signal from the interface and the schedule of block lengths produced by the block length selector, and decoding the signal using the schedule of block lengths.

4. A receiver as claimed in claim 3, further comprising a channel state estimator for assessing state of the channel based on the signal from the communication channel, and producing the channel state information accordingly.

5. A receiver as claimed in claim 4, further comprising a channel state predictor for making predictions on future conditions of the communication channel based on the channel state information from the channel state estimator, the block length selector producing the schedule of block lengths based on the predictions.

6. A communication system for performing transmission and reception of a signal over a communication channel, the communication system comprising:

a channel state estimator for assessing state of the communication channel, and producing channel state information accordingly;

a block length selector for receiving channel state information from the channel state estimator, and for selecting block lengths that are dependent on the channel state information and that are selected from a group consisting of block lengths having an integral multiple relationship, to produce a schedule of block lengths;

a transmitter including:

an encoder for receiving information from a source and the schedule of block lengths from the block length selector, and encoding the information from the source into an encoded signal using the schedule of block lengths; and

a transmission interface for transmitting the encoded signal over the communication channel; and

a receiver including:

a reception interface for receiving the encoded signal from the transmission interface across the communication channel; and

a decoder for receiving the encoded signal from the reception interface and the schedule of block lengths produced by the block length selector, and decoding the signal using the schedule of block lengths.

7. A communication system as claimed in claim 6, wherein the channel state estimator is provided in the

receiver, and the block length selector is provided in both the transmitter and the receiver, the channel state estimator sending the channel state information to the block length selector in the transmitter across a feedback channel, and sending the channel state information to the block length selector in the transmitter.

8. A communication system as claimed in claim 7, wherein:

the receiver further includes a channel state predictor for making predictions on future conditions of the communication channel based on the channel state information from the channel state estimator, the block length selector of the receiver producing the schedule of block lengths based on the predictions; and

the transmitter further includes a channel state predictor for making prediction on future conditions of the communication channel based on the channel state information from the channel state estimator, the block length selector of the transmitter producing the schedule of block lengths based on the predictions.

9. A communication system as claimed in claim 6, wherein the block length selector assembles the block lengths in the schedule of block lengths in frames that each total a maximum block length.

10. A method of transmitting a signal over a

communication channel, comprising:

receiving channel state information about state of the communication channel;

selecting block lengths that are dependent on the channel state information and that are selected from a group consisting of block lengths having an integral multiple relationship, to produce a schedule of block lengths;

receiving information from a source;

encoding the information from the source into an encoded signal using the schedule of block lengths; and

transmitting the encoded signal over the communication channel.

11. A method receiving a signal transmitted over a communication channel, comprising:

receiving channel state information about state of the communication channel;

selecting block lengths that are dependent on the channel state information and that are selected from a group consisting of block lengths having an integral multiple relationship, to produce a schedule of block lengths;

receiving the signal from the communication channel;
and

decoding the signal using the schedule of block lengths.

12. A method of performing transmission and reception

of a signal over a communication channel, comprising:

 assessing state of the communication channel, and
producing channel state information accordingly;

 selecting block lengths that are dependent on the
channel state information and that are selected from a group
consisting of block lengths having an integral multiple
relationship, to produce a schedule of block lengths;

 receiving information from a source;

 encoding the information from the source into an
encoded signal using the schedule of block lengths;

 transmitting the encoded signal over the communication
channel;

 receiving the encoded signal from across the
communication channel; and

 decoding the encoded signal using the schedule of
block lengths.

【書類名】

外国語図面

FIG. 1

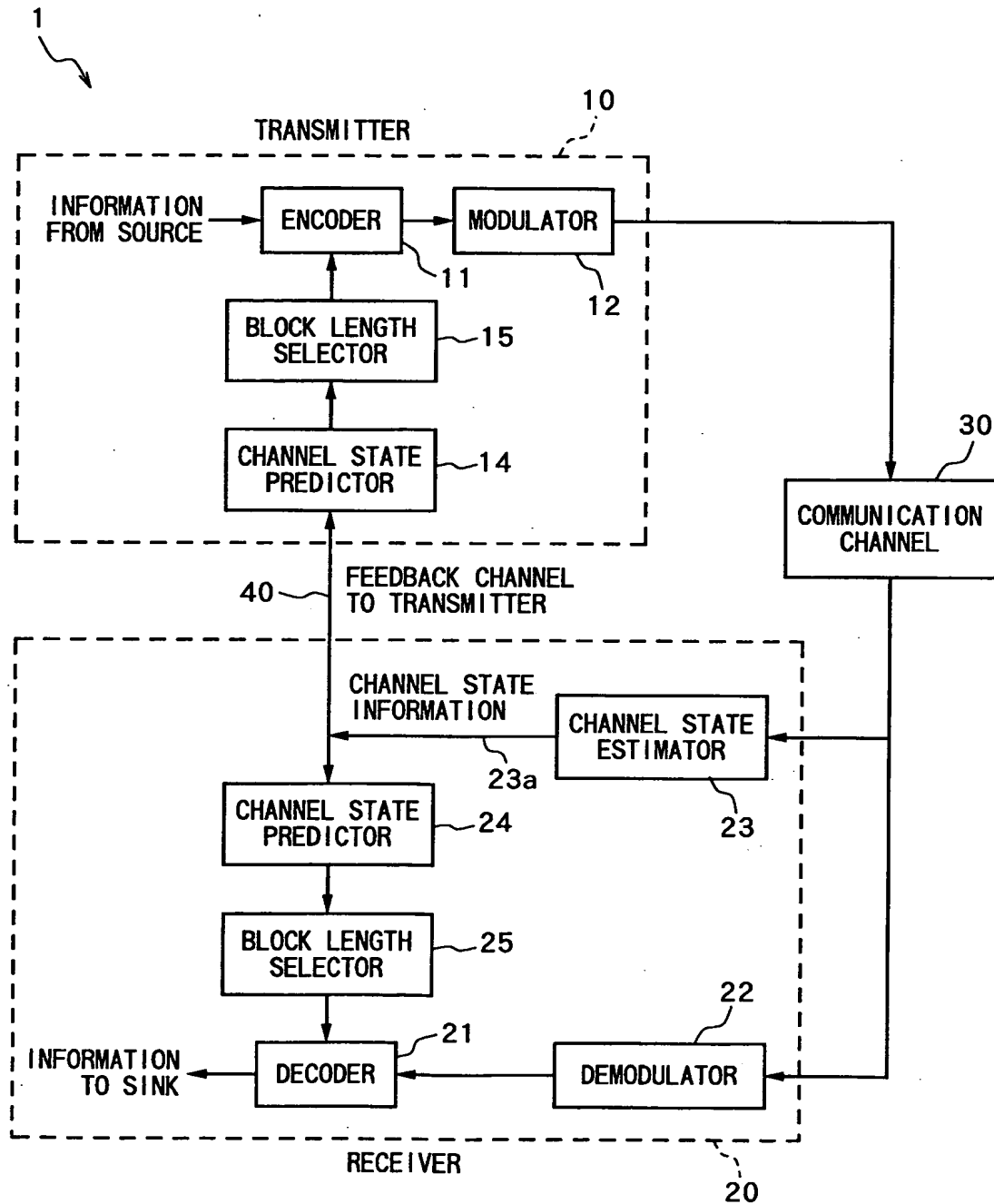


FIG. 2

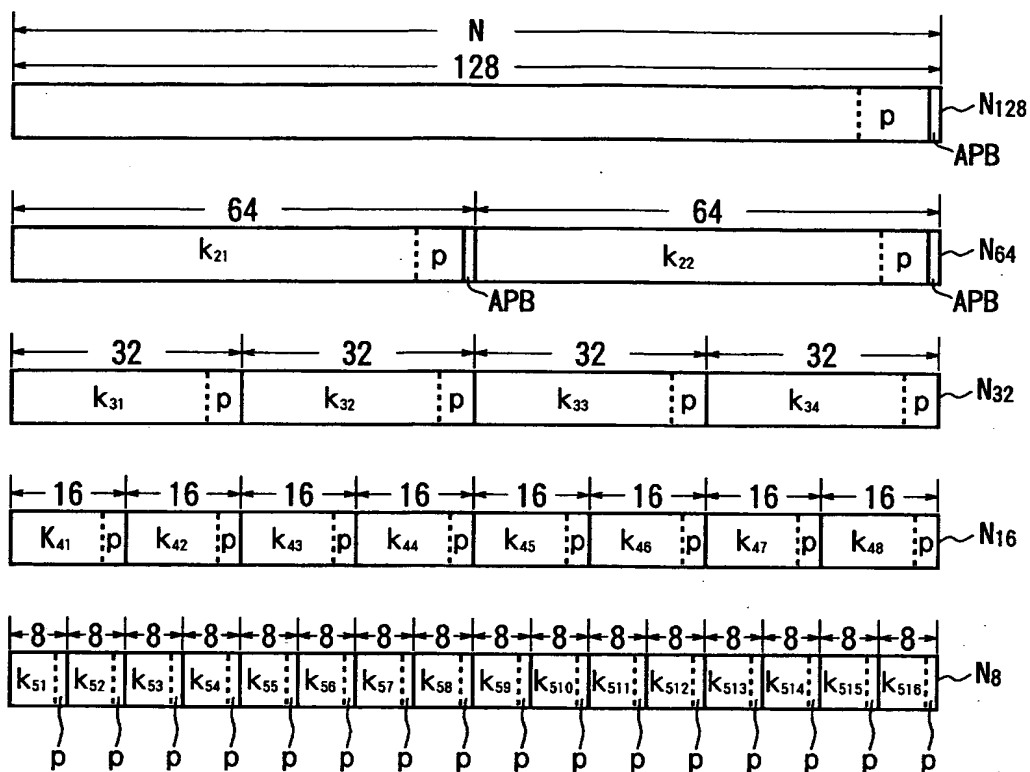


FIG. 3

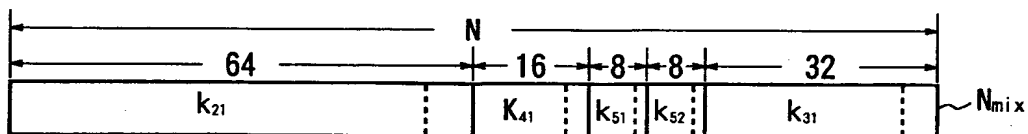


FIG. 4

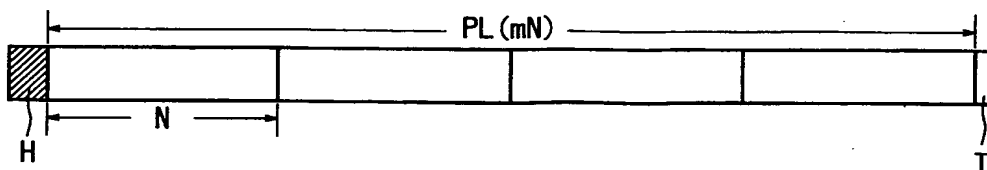


FIG. 5

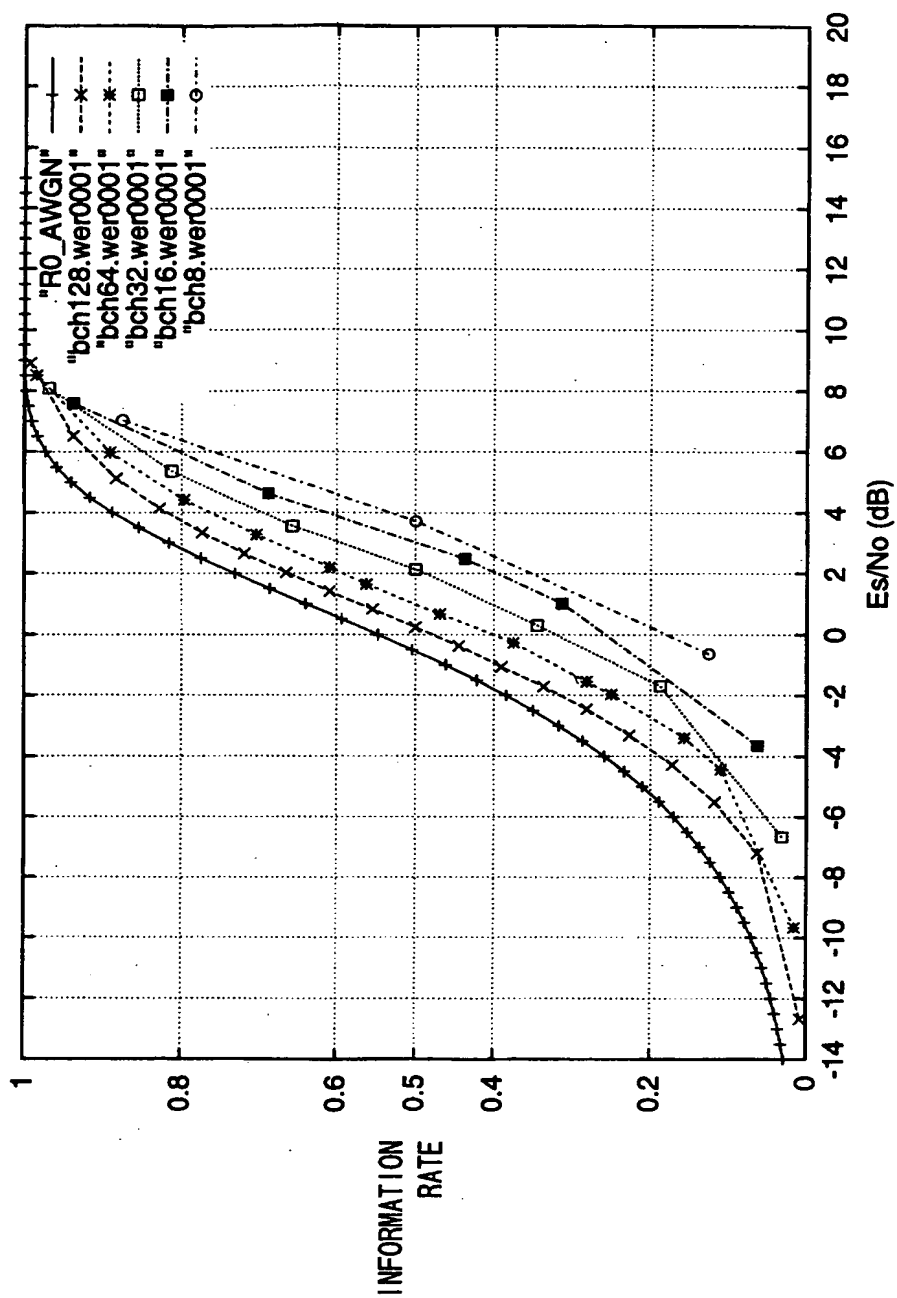


FIG. 6

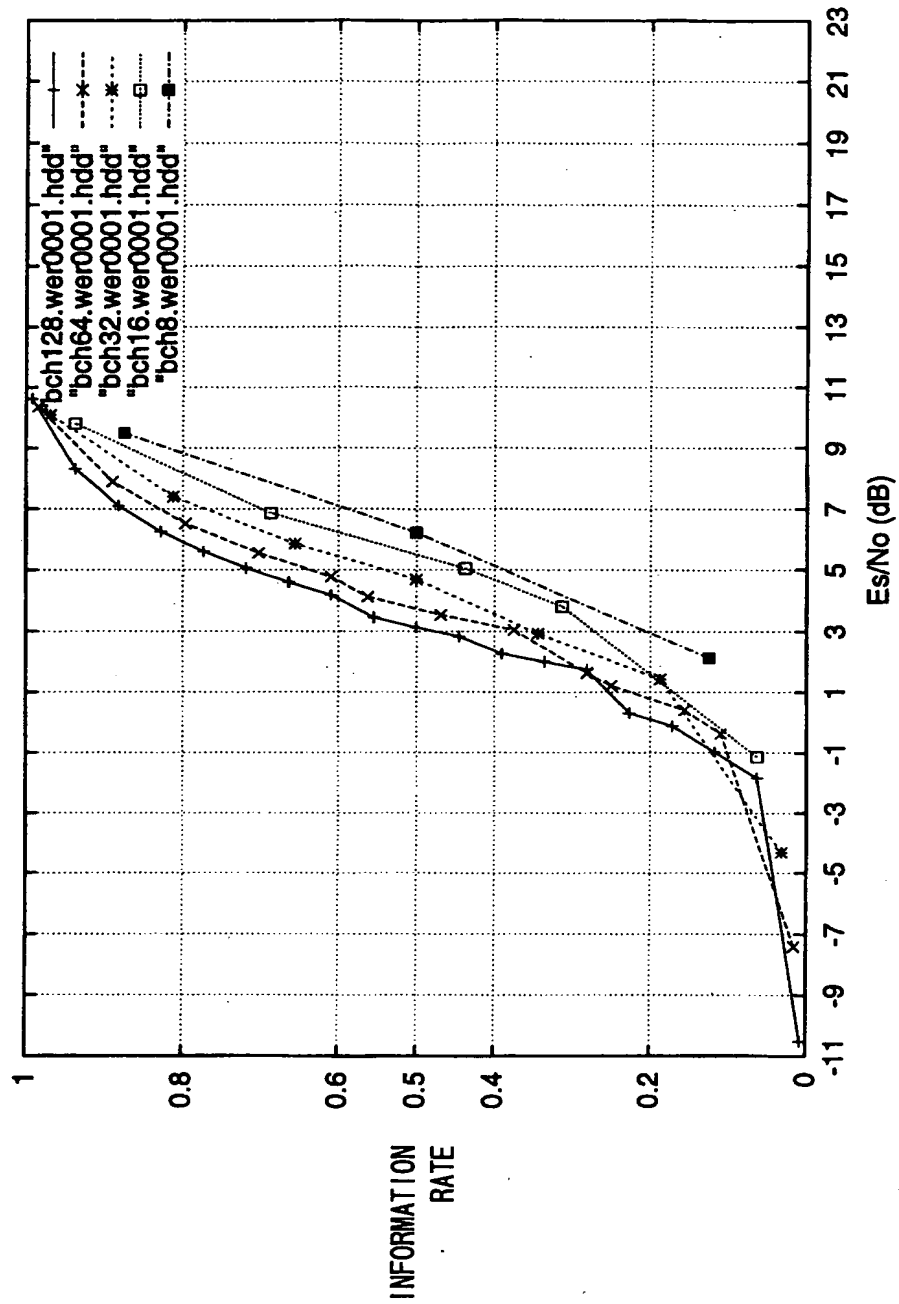
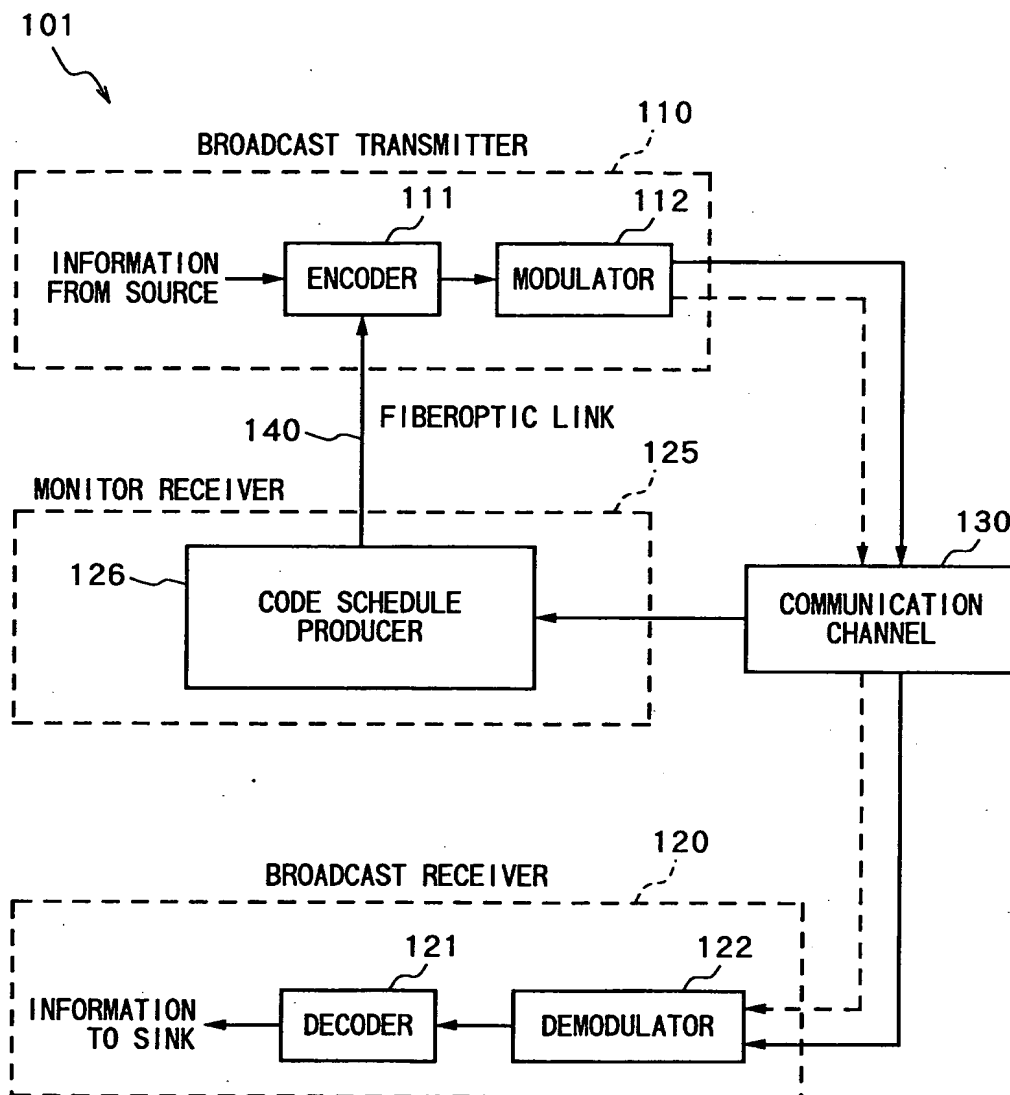


FIG. 7



【書類名】 外国語要約書

ABSTRACT

A communication system for performing transmission and reception of a signal over a communication channel assesses state of the communication channel, and produces channel state information accordingly. A block length selector selects block lengths that are dependent on the channel state information and that are selected from a group consisting of block lengths having an integral multiple relationship, to produce a schedule of block lengths. Encoding and decoding is performed based on the schedule of block lengths.

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2000-231826
受付番号	50000971079
書類名	特許願
担当官	内山 晴美 7545
作成日	平成 12 年 10 月 5 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 7月31日
【特許出願人】	
【識別番号】	000002185
【住所又は居所】	東京都品川区北品川6丁目7番35号
【氏名又は名称】	ソニー株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100094983
【住所又は居所】	東京都文京区湯島3丁目37番4号 湯島東急ビ ル6階 北澤・小泉特許事務所
【氏名又は名称】	北澤 一浩
【選任した代理人】	
【識別番号】	100095946
【住所又は居所】	東京都文京区湯島3丁目37番4号 湯島東急ビ ル6階 北澤・小泉特許事務所
【氏名又は名称】	小泉 伸
【選任した代理人】	
【識別番号】	100099829
【住所又は居所】	東京都文京区湯島3丁目37番4号 湯島東急ビ ル6階 北澤・小泉特許事務所
【氏名又は名称】	市川 朗子

【書類名】 翻訳文提出書

【整理番号】 0000342506

【あて先】 特許庁長官殿

【出願の表示】

【出願番号】 特願2000-231826

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100099829

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 朗子

【確認事項】 本書に添付した翻訳文は、特願2000-231826の正確な日本語への翻訳文であり、当該特許出願に記載されていない事項が本書に添付した翻訳文に記載されている場合には、当該出願が拒絶又は無効となる可能性がある」と承知していることを申し述べる。

【提出物件の目録】

【物件名】 外国語明細書の翻訳文 1

【物件名】 外国語図面の翻訳文 1

【物件名】 外国語要約書の翻訳文 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 整数倍相互関係を有するブロック長を用いて符号化された信号を通信伝送路を介して送信する通信システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 通信伝送路の状態についての伝送路状態情報を受信し、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存する複数のブロック長を選択し、ブロック長スケジュールを作成するブロック長選択手段と、

入力信号源からの情報と該ブロック長選択手段からの該ブロック長スケジュールとを受信し、該ブロック長スケジュールを利用して該入力信号源からの情報を符号化された信号へと符号化する符号化手段と、

該符号化された信号を通信伝送路を介して送信するインターフェース手段とを有することを特徴とする、通信伝送路を介して信号を送信するための送信機。

【請求項 2】 該ブロック長選択手段は、複数のフレーム中にブロック長スケジュール中のブロック長を並べて、各フレームが最大ブロック長となるようにすることを特徴とする請求項 1 記載の送信機。

【請求項 3】 通信伝送路の状態についての伝送路状態情報を受信し、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存する複数のブロック長を選択し、ブロック長スケジュールを作成するブロック長選択手段と、

該通信伝送路を介して伝達されてきた信号を受信するインターフェース手段と

、
該インターフェース手段から出力された信号と該ブロック長選択手段によって作成された該ブロック長スケジュールとを受信し、該ブロック長スケジュールを用いて該信号を復号する復号手段とを有することを特徴とする、通信伝送路を介して信号を受信するための受信機。

【請求項 4】 該通信伝送路を介して伝達されてきた信号に基づき伝送路の状態を評価し、もって該伝送路状態情報を作成する伝送路状態推定手段を更に有していることを特徴とする請求項 3 記載の受信機。

【請求項 5】 該伝送路状態推定手段からの該伝送路状態情報に基づき、通信伝送路の今後の状態を予測するための伝送路状態予測手段を更に有し、該ブロック長選択手段は該予測に基づきブロック長スケジュールを作成することを特徴とする請求項 4 記載の受信機。

【請求項 6】 通信伝送路の状態を評価し、伝送路状態情報を作成する伝送路状態推定手段と、

伝送路状態推定手段から通信伝送路の状態についての伝送路状態情報を受信し、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存する複数のブロック長を選択し、ブロック長スケジュールを作成するブロック長選択手段と、

送信手段と、

受信手段とを有し、

該送信手段は、入力信号源からの情報と該ブロック長選択手段からのブロック長スケジュールとを受信し、該ブロック長スケジュールを利用して入力信号源からの情報を符号化された信号へと符号化する符号化手段と、符号化された信号を該通信伝送路を介して送信する送信インターフェース手段とを有し、

該受信手段は、該送信インターフェースから通信伝送路を介して送られてきた符号化信号を受信するための受信インターフェースと、該受信インターフェース手段から出力された符号化信号と該ブロック長選択手段によって作成された該ブロック長スケジュールとを受信し、該ブロック長スケジュールを用いて該信号を復号する復号手段とを有することを特徴とする、通信伝送路を介して信号を送受信するための通信システム。

【請求項 7】 該伝送路状態推定手段は受信手段に設けられており、該ブロック長選択手段は該送信手段と該受信手段とに設けられており、該伝送路状態推定手段はフィードバック伝送路を介して該伝送路状態情報を該送信手段に設けられた該ブロック長選択手段へと送信し、該伝送路状態情報を該送信手段に設けられた該ブロック長選択手段へと送信することを特徴とする請求項 6 記載の通信システム。

【請求項 8】 該受信手段は、該伝送路状態推定手段からの該伝送路状態情

報に基づき該通信伝送路の今後の状態を予測するための伝送路状態予測手段を更に有し、該受信手段に設けられた該ブロック長選択手段は該予測に基づきブロック長スケジュールを作成し、

該送信手段は、該伝送路状態推定手段からの該伝送路状態情報に基づき通信伝送路の今後の状態を予測するための伝送路状態予測手段を更に有し、該送信手段に設けられた該ブロック長選択手段は該予測に基づきブロック長スケジュールを作成することを特徴とする請求項 7 記載の通信システム。

【請求項 9】 該ブロック長選択手段は、複数のフレーム内にブロック長スケジュール中のブロック長を並べ、各フレームが最大ブロック長となるようにすることを特徴とする請求項 6 記載の通信システム。

【請求項 10】 通信伝送路の状態についての伝送路状態情報を受信する工程と、

整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存する複数のブロック長を選択してブロック長スケジュールを作成する工程と、

入力信号源からの情報を受信する工程と、

該ブロック長スケジュールを利用して該入力信号源からの情報を符号化された信号へと符号化する工程と、

該符号化された信号を該通信伝送路を介して送信する工程とを有することを特徴とする、通信伝送路を介して信号を送信するための送信方法。

【請求項 11】 通信伝送路の状態についての伝送路状態情報を受信する工程と、

整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存する複数のブロック長を選択してブロック長スケジュールを作成する工程と、

該通信伝送路を介して伝達されてきた信号を受信する工程と、

該ブロック長スケジュールを用いて該信号を復号する工程とを有することを特徴とする、通信伝送路を介して信号を受信するための受信方法。

【請求項 12】 通信伝送路の状態を評価して伝送路状態情報を作成する工

程と、

整数倍相互関係を有するブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存する複数のブロック長を選択してブロック長スケジュールを作成する工程と、

入力信号源からの信号を受信する工程と、

該ブロック長スケジュールを利用して該入力信号源からの情報を符号化された信号へと符号化する工程と、

該符号化された信号を該通信伝送路を介して送信する工程と、

該通信伝送路を介して送られてきた符号化された信号を受信する工程と、

符号化された信号を該ブロック長スケジュールを用いて復号する工程とを有することを特徴とする、通信伝送路を介して信号を送受信するための方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、符号化された信号を、ノイズ及びフェージングのある通信伝送路を介して送信する通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

通信システムは、通信伝送路を介して接続された送信機と受信機とを有している。無線通信システム、特に、モバイル無線通信システムにおいては、通信伝送路のコンディションは時々刻々変化する。通信伝送路の情報伝達容量は、通信伝送路のコンディションの変化に伴い変化する。即ち、伝送路のコンディションが良好であるときには、より多くの情報を送信することができ、伝送路のコンディションが良くないときには、少ない情報しか送信することができない。仮に、送信機と受信機とにおける情報量のパラメータを、通信伝送路の状態が最も良い状態のときの値よりも低い値に固定してしまった場合には、通信伝送路のコンディションが最も良い状態に近づいたときには、通信伝送路が有する最大の情報伝達容量を十分に活用することができない。

【0003】

送信機と受信機との間では、受信機において受信される信号のレベルが絶えず変動するように、電波が伝達されている。これは、フェージングとして知られているものである。フェージングによって、伝送路における信号対ノイズの比（S N R）は変化する。伝送路における伝送路容量は、S N Rの変化に伴い変化する。即ち、S N Rが改善されると伝送路容量は増加するが、S N Rが悪化すると伝送路容量は減少する。

【 0 0 0 4 】

伝送路容量を最大限に利用するためには、情報率、即ち、伝送される情報自体のレートを伝送路容量に一致させることが必要である。情報率が固定されたシステムにおいては、情報を取りこぼしてしまう不具合を回避するため、低い伝送路容量を仮定して、情報率は低い値に固定されている。その結果、伝送路のフェージングの状態が、仮定した悪い伝送路状態からより良好な状態へと変化したときは、伝送路の全容量の内の幾らかが、有効に利用されずに無駄になってしまうのである。

【 0 0 0 5 】

伝送路の状態変化に適応性のあるシステムは幾つか提案されている。これらのシステムでは、伝送路の状態を瞬時にモニターし、送信を最も効率良く行うために、現在の伝送路の状態に応じて様々の送信パラメータを変化させている。

【 0 0 0 6 】

例えば、特願平 8 - 0 7 8 1 5 7 号を基礎とする優先権主張を伴う米国特許第 5, 9 0 7, 5 6 3 号公報には、伝送路の状態に基づいてエラー制御方法を変える無線データ通信装置が記載されている。即ち、この装置は、通信が行われているときには、無線通信伝送路の状態を判断するために、フェージング周期やディレイの分散、ラインオブサイトとトランスホリゾンの伝搬レベル比等の様々な状態パラメータを監視する。この装置は、伝送路の状態に応じて、プロトコル、ブロック長、パリティ長等のエラー制御方法を選択する。

【 0 0 0 7 】

例えば、通信伝送路の状態が、フェージング周期：20、ディレイの分散：0.5、伝搬レベル比：100であることをシステムが検出したときには、このシ

ステムは、プロトコルとして Bose Chaudhuri Hocquenghem (BCH) を選択し、ブロック長を 100 シンボルとし、パリティ長を 10 シンボルに設定する。通信伝送路の状態が、フェージング周期：50、ディレイの分散：0.1、伝搬レベル比：0 であることを検出したときには、プロトコルとしてリードソロモン (RS) 符号、ブロック長 150 シンボル、パリティ長 30 シンボルのエラー制御方法を選択する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

米国特許第 5, 907, 563 号公報記載の装置では、データ通信を行っているときに、上記の前者の状態から後者の状態へと通信伝送路の状態が変化したときには、送信装置はブロック長を 100 から 150 へと変える。

【0009】

しかし、ブロック長が変化するのに伴って送信レートも変化する。受信側にとってみれば、送信されてくるデータ中の、連続する情報の列の境界線のタイミングにずれが生じたようになる。例えば、受信機は、フレームのヘッダーを受信するはずであると認識しているタイミングとは異なったタイミングでヘッダーを受信してしまう。

【0010】

受信機が、期待したタイミングで特定の情報を得ることができない場合には、同期をとるための処理が複雑になり、時間を浪費してしまう。代わりに、フレーム長を所定の値に保ち送信レートを一定に保つように、シンボルスタッフィング型 (a type of "symbol stuffing") の冗長シンボルをフレーム中に追加することも可能である。しかし、冗長シンボルを多く送信するよりは、有用なデータのみを送信することが望ましい。

【0011】

フレーム長を、使用可能な全てのブロックのブロック長の公倍数に一致させるようにシステムを設計することも考えられ得る。しかし、この場合には、システムで利用できるフレームのサイズがかなり制限される。例えば、米国特許第 5, 907, 563 号公報には、100、150、200 シンボルの 3 つの異なるブ

ロック長を使用可能であることが記載されているが、この場合には、フレームサイズは、全てのブロック長の公倍数、例えば、600シンボル又は1200シンボル等に限定されてしまうのである。しかも、このシステムにおいてこれらのような大きなフレームを扱うため、大量のメモリーが必要となる。

【0012】

そこで、本発明は、現在の送信リンクの状況に応じて、ブロック長を様々に変えることができ、再び同期をとるための複雑な処理や、通信レートを一定にするためのシンボルスタッフィングや長大なフレームを必要としない、通信システム、送信機、受信機、及び、方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の送信機は、ブロック長選択手段、符号化手段、及び、インターフェース手段を備えている。ブロック長選択手段は、通信伝送路の状態についての伝送路状態情報を受信し、整数倍相互関係 (integral multiple relationship) を有する複数のブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存する複数のブロック長を選択し、ブロック長スケジュールを作成する。符号化手段は、入力信号源からの情報と該ブロック長選択手段からの該ブロック長スケジュールとを受信し、該ブロック長スケジュールを利用して該入力信号源からの情報を符号化された信号へと符号化する。インターフェース手段は、該符号化された信号を通信伝送路を介して送信する。

【0014】

この構成によれば、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループからブロック長を選択するため、情報率とブロック長とを容易に変えることができる。このため、フェージングが生ずる伝送路を介して送信する全情報の中の信頼性の高い情報の割合を最大にすることができる。

【0015】

また、伝送路情報率を一定に維持しながら、ブロック長を変えることができるため、複雑で時間のかかる同期をとるための処理を減じることができる。

【0016】

また、各々のブロック長は多くの異なる情報率を採ることができる。ブロック長を選択可能としたことにより、選択可能な情報率の選択肢を増やすことができ、全体として、符号情報の精度 (granularity) を改善することができる。即ち、情報率の精度をよくすることができる。

【 0 0 1 7 】

また、該ブロック長選択手段は、複数のフレーム中にブロック長スケジュール中のブロック長を並べて、各フレームが最大ブロック長となるようにすることが好ましい。この構成によれば、フレームを同期させることを容易とすることができる。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の別の観点によれば、通信伝送路を介して信号を受信するための受信機は、ブロック長選択手段、インターフェース手段、及び、復号手段を備えている。ブロック長選択手段は、通信伝送路の状態についての伝送路状態情報を受信し、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存する複数のブロック長を選択し、ブロック長スケジュールを作成する。インターフェース手段は、該通信伝送路を介して伝達されてきた信号を受信する。復号手段は、該インターフェース手段から出力された信号と該ブロック長選択手段によって作成された該ブロック長スケジュールとを受信し、該ブロック長スケジュールを用いて該信号を復号する。

【 0 0 1 9 】

この構成によれば、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループからブロック長を選択するため、情報率とブロック長とを容易に変えることができる。このため、フェージングが生ずる伝送路を介して送信する情報の中の信頼性の高い情報の割合を最大にすることができる。

【 0 0 2 0 】

ブロック長が変わっても、伝送路送信レートは一定に維持される。このため、受信機は送信レートを固定として信号を受信する。受信機を、ブロック長の不一致により生じる送信レートの変化に合わせて調整可能とする必要がないため、受信機をより簡単な構成とすることができ、より安価とすることができる。また、

複雑で時間のかかる同期をとるための処理を減じることができる。

【0021】

また、各々のブロック長は多くの異なる情報率を採ることができる。ブロック長を選択可能としたことにより、選択可能な情報率の選択肢を増やすことができ、全体として、符号情報の精度を改善することができる。即ち、情報率の精度をよくすることができる。

【0022】

また、受信機は、該通信伝送路を介して伝達されてきた信号に基づき伝送路の状態を評価し、もって該伝送路状態情報を作成する伝送路状態推定手段を更に有していることが好ましい。この構成によれば、伝送路状態情報を供給する別個の装置を設けずに済むことができる。

【0023】

また、受信機は、該伝送路状態推定手段からの該伝送路状態情報に基づき、通信伝送路の今後の状態を予測するための伝送路状態予測手段を更に有することが好ましい。この場合には、ブロック長選択手段は該予測に基づきブロック長スケジュールを作成するため、ブロック長スケジュールを伝送路の状態により適合したものとすることができる。

【0024】

また、本発明の別の観点によれば、通信伝送路を介して信号を送受信するための通信システムは、伝送路状態推定手段、ブロック長選択手段、送信手段、受信手段、符号化手段、送信インターフェース手段、受信インターフェース、及び、復号手段を備えている。伝送路状態推定手段は、通信伝送路の状態を判断するために設けられ、伝送路状態情報を作成する。ブロック長選択手段は、伝送路状態推定手段から通信伝送路の状態についての伝送路状態情報を受信し、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存する複数のブロック長を選択し、ブロック長スケジュールを作成する。該送信手段は、符号化手段と送信インターフェース手段とを有している。符号化手段は、入力信号源からの情報と該ブロック長選択手段からのブロック長スケジュールとを受信し、該ブロック長スケジュールを利用して入力信号源からの情報を符号化さ

れた信号へと符号化する。送信インターフェース手段は、符号化された信号を該通信伝送路を介して送信する。該受信手段は、受信インターフェース手段と復号手段とを有している。該受信インターフェース手段は、該送信インターフェースから通信伝送路を介して送られてきた符号化信号を受信する。該復号手段は、該受信インターフェース手段から出力された符号化信号と該ブロック長選択手段によって作成された該ブロック長スケジュールとを受信し、該ブロック長スケジュールを用いて該信号を復号する。

【 0 0 2 5 】

この構成によれば、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループからブロック長を選択するため、情報率とブロック長とを容易に変えることができる。このため、フェージングが生ずる伝送路を介して送信する情報の中の信頼性の高い情報の割合を最大にすることができる。

【 0 0 2 6 】

伝送路送信レートを一定に維持しながらブロック長を変えることができるため、受信機は送信レート可変な構成としなくて済む。ブロック長の不一致により生じる送信レートの変化に対応して調整可能とする必要がないため、受信機をより簡単な構成とすることができ、より安価とすることができる。また、複雑で時間のかかる同期をとるための処理を減じることができる。

【 0 0 2 7 】

また、各々のブロック長は多くの異なる情報率を採ることができる。ブロック長を選択することにより、選択可能な情報率の選択肢を増やすことができ、全体として、符号情報の精度を改善することができる。即ち、情報率の精度をよくすることができる。

【 0 0 2 8 】

また、通信システムの該伝送路状態推定手段は受信手段に設けられ、該ブロック長選択手段は該送信手段と該受信手段とに設けられているのが好ましい。この場合、該伝送路状態推定手段はフィードバック伝送路を介して該伝送路状態情報を該送信手段に設けられた該ブロック長選択手段へと送信し、該伝送路状態情報を該送信手段に設けられた該ブロック長選択手段へと送信する。この構成によれ



ば、フィードバック伝送路を介して送信されるデータの量を減ずることができる。

【 0 0 2 9 】

また、通信システムの送信手段、受信手段の両方が該伝送路状態推定手段からの伝送路状態情報に基づき通信伝送路の今後の状態を予測するための伝送路状態予測手段を更に有していることが好ましい。この場合には、送受信手段に設けられたブロック長選択手段は該予測に基づきブロック長スケジュールを作成するように構成される。この構成によれば、フィードバック伝送路を介して送信されるデータの量を減ずることができる。

【 0 0 3 0 】

また、該ブロック長選択手段は、複数のフレーム内にブロック長スケジュール中のブロック長を並べ、各フレームが最大ブロック長となるようにすることが好ましい。この構成によれば、フレームの同期を採ることを容易に行うことができる。

【 0 0 3 1 】

また、本発明の別の観点によれば、通信伝送路を介して送信する送信方法は、通信伝送路の状態についての伝送路状態情報を受信する工程と、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存する複数のブロック長を選択してブロック長スケジュールを作成する工程と、入力信号源からの情報を受信する工程と、該ブロック長スケジュールを利用して該入力信号源からの情報を符号化された信号へと符号化する工程と、該符号化された信号を該通信伝送路を介して送信する工程とを有する。

【 0 0 3 2 】

この方法により送信することによって、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループからブロック長を選択するため、情報率とブロック長とを容易に変えることができる。このため、フェージングが生ずる伝送路を介して送信する情報の中の信頼性の高い情報の割合を最大とすることができる。

【 0 0 3 3 】

また、ブロック長が変わっても、伝送路情報率が一定に維持されるため、複雑

で時間のかかる同期をとるための処理を減じることができる。

【 0 0 3 4 】

また、各々のブロック長は多くの異なる情報率を採ることができる。ブロック長を選択可能とすることにより、選択可能な情報率の選択肢を増やすことができ、全体として、符号情報の精度を改善することができる。即ち、情報率の精度をよくすることができる。

【 0 0 3 5 】

また、本発明の別の観点によれば、通信伝送路を介して信号を受信する受信方法は、通信伝送路の状態についての伝送路状態情報を受信する工程と、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存する複数のブロック長を選択してブロック長スケジュールを作成する工程と、該通信伝送路を介して伝達されてきた信号を受信し、該ブロック長スケジュールを用いて該信号を復号する工程とを有する。

【 0 0 3 6 】

この方法により受信することによって、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループからブロック長を選択するため、情報率とブロック長とを容易に変えることができる。このため、フェージングが生ずる伝送路を介して送信する情報の中の信頼性の高い情報の割合を最大とすることができる。

【 0 0 3 7 】

ブロック長が変わっても、伝送路送信レートが一定に維持される。このため、この方法によって動作する受信機は送信レートを固定として信号を受信することができる。ブロック長の不一致により生じる送信レートの変化に対応して調整可能とする必要がないため、受信機をより簡単な構成とすることができ、より安価とすることができる。また、複雑で時間のかかる同期をとるための処理を減じることができる。

【 0 0 3 8 】

また、各々のブロック長は多くの異なる情報率を採ることができる。ブロック長を選択可能とすることにより、選択可能な情報率の選択肢を増やすことができ、全体として、符号情報の精度を改善することができる。即ち、情報率の精度を

よくすることができる。

【0039】

また、本発明の別の観点によれば、通信伝送路を介した信号の送受信は、通信伝送路の状態を評価して伝送路状態情報を作成する工程と、整数倍相互関係を有するブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存する複数のブロック長を選択してブロック長スケジュールを作成する工程と、入力信号源からの信号を受信する工程と、該ブロック長スケジュールを利用して該入力信号源からの情報を符号化された信号へと符号化する工程と、該符号化された信号を該通信伝送路を介して送信する工程と、該通信伝送路を介して送られてきた符号化された信号を受信する工程と、符号化された信号を該ブロック長スケジュールを用いて復号する工程とによって行われる。

【0040】

送受信をこの方法によって行うことにより、整数倍相互関係を有する複数のブロック長からなるグループからブロック長を選択するため、情報率とブロック長とを容易に変えることができる。このため、フェージングが生ずる伝送路を介して送信する情報の中の信頼性の高い情報の割合を最大とすることができる。

【0041】

ブロック長が変わっても、伝送路送信レートが一定に維持される。このため、この方法によって動作する受信機は送信レートを固定として信号を受信することができる。ブロック長の不一致により生じる送信レートの変化に対応して調整可能とする必要がないため、受信機をより簡単な構成とすることができ、より安価とすることができる。また、複雑で時間を要していた同期をとるための処理を減じることができる。

【0042】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態による通信システムについて、添付の図面に基づき説明する。

図1は、第1の実施の形態による送信システム1のブロック図である。送信システム1は、送信機10と受信機20とを有している。送信機10は、ノイズや

フェージングが生ずる通信伝送路 3 0 を介して情報を受信機 2 0 へと送信する。

【 0 0 4 3 】

送信機 1 0 は、符号器 1 1、変調器 1 2、伝送路状態予測器 1 4、及びブロック長選択器 1 5 を有している。符号器 1 1 は情報を入力信号源から入力し、情報を符号化する。符号器 1 1 は、入力信号源からの情報を符号化した形で、変調器 1 2 へ出力する。変調器 1 2 は、この符号化された信号をベースバンドからキャリアバンドへ変調し、通信伝送路 3 0 を介して送信する。

【 0 0 4 4 】

受信機 2 0 は、復号器 2 1、復調器 2 2、伝送路状態推定器 2 3、伝送路状態予測器 2 4、ブロック長選択器 2 5 を有している。復調器 2 2 は、送信機 1 0 から送信された信号を受信し、キャリア信号からベースバンドへ復調する。復号器 2 1 は、復調器 2 2 からの復調信号を受信し、復号し、復号信号を出力先へと出力する。

【 0 0 4 5 】

受信機 2 0 の伝送路状態推定器 2 3 は、送信機 2 0 から通信伝送路 3 0 を介して送信された信号を受信し、それを通信伝送路 3 0 の現在の状態を判断するために使用する。本実施の形態による装置の伝送路状態推定器 2 3 は、最小二乗平均 (LMS) フィルターである。LMS を用いたのは、これが、伝送路状態についての情報を抽出し、抽出した情報を用いて伝送路の状態を予測するのに最も簡単な方法だからである。伝送路の状態についての情報を抽出でき、伝送路の状態を予測できるのであれば、他の構成、方法を採用してもよい。

【 0 0 4 6 】

本実施の形態においては、システムが動作し始めたとき、送信機 1 0 は、変調されていないキャリア信号 (パイロットキャリア) のみを、短い同期獲得期間だけ送信する。この間、受信機 2 0 の伝送路状態推定器 2 3 は、パイロットキャリアを監視し、伝送路のフェージングの状態についての情報を収集する。フェージングについての情報及び LMS フィルターの重みに基づき、今後のフェージングの状態を予測することができる。

【 0 0 4 7 】

伝送路状態推定器 2 3 は、フェージングの深さとフェージングのレートという 2 つのパラメータに基づき評価を行う。フェージングの深さ、即ち、S N R の瞬間値は、受信機 2 0 において信号のレベルがどのように減衰するかを示している。フェージングの深さは、情報率を決定するのに用いられる。即ち、フェージングの深さの値が大きいとき、多くのエラーが発生するであろうと予測できる。従って、この場合には、より多くの冗長シンボルを含むより高いコーディングレートが要求される。フェージングの深さは、受信機 2 0 のアンテナにおける信号強度の測定により求めることができる。

【 0 0 4 8 】

フェージングレートは、フェージングの深さがどのくらいの速さで変化するかを示しており、ブロック長を決定するのに用いられる。フェージングのレベルがゆっくりと変化するのであれば、より長いブロック長を用いても通信に支障をきたさない。しかし、フェージングのレベルが早く変化するときには、より短いブロック長が要求される。長いブロック長の場合には、符号語の中程でフェージングの深さが変化してしまい、情報が欠落してしまうからである。フェージングレートを決定する方法は、従来より多くのものが知られている。例えば、フーリエ変換を、送信フレームのヘッダー中に含まれるトーン（正弦波）上に施すことが考えられる。ドップラー周波数はフェージングレートを示す。

【 0 0 4 9 】

伝送路状態推定器 2 3 は、フェージングと L M S フィルターの重みとに関する情報を、フィードバック伝送路 4 0 を介してそのまま伝送路状態予測器 1 3 へ送信する。本実施の形態では、フィードバック伝送路 4 0 は通信伝送路 3 0 とは独立したサイド伝送路であり、時分割マルチプレクシング又は周波数分割マルチプレクシングによって構成されている。フィードバック伝送路 4 0 を介して送信される伝送路状態情報は極めて重要であるため、伝送路 4 0 は、強固なコーディングによる低いエラーレートの通信を行いフェージング等に対して強い伝送路であることが要求される。フィードバック伝送路 4 0 は、無線、有線を問わず、送信伝送路であればどのようなタイプでもよい。

【 0 0 5 0 】

伝送路状態予測器 1 4 は推定器 2 3 からの情報をそのまま受け取り、ある時点における、通信伝送路 3 0 の今後の状態を予測する。伝送路状態予測器 1 4 は、ブロック長選択器 1 5 へこれらの予測結果を送出する。

【 0 0 5 1 】

ブロック長選択器 1 5 は、予測器 1 4 から送出的される予測結果を受け取り、予測結果に対応するブロック長を選択し、ブロック長スケジュールと情報率スケジュールとを含む符号スケジュールを作成する。ブロック長選択器 1 5 は、互いに整数相互関係 (integral relationship) を有する複数のブロック長からなるグループから、複数のブロック長を選択する。グループは、 L 個のブロック長、即ち、 n_1 、 n_2 、 \dots 、 n_L からなり、整数関係を有し、これらは以下の $L-1$ 個の条件を満たしているときに、長さが適合性 (compatible) を有すると考えられる。

【 0 0 5 2 】

$$n_1 \mid n_2, n_2 \mid n_3, \dots, n_{(L-1)} \mid n_L,$$

ここで、 a と b とは 2 つの正の整数であり、 $b \mid a$ は、正の整数 m に対して $a = m b$ の関係に拘束される値を採る。

【 0 0 5 3 】

この定義より、複数のブロック長を要素に持つ様々に異なる複数のグループを、長さ適合性を有するものとして考えることができる。例えば、ブロック長が 5、1 5、4 5 からなるグループは長さに適合性を有しており、ブロック長が 8、1 6、3 2、6 4、1 2 8 からなるグループも同様である。図 2 には、それぞれ、ブロック長が 8、1 6、3 2、6 4、1 2 8 ビットの符号語から作成されたフレーム N_8 、 N_{16} 、 N_{32} 、 N_{64} 、 N_{128} が示されており、これらは上記の後者の整数相互関係を有している。

【 0 0 5 4 】

ブロック長はそれぞれ、1 を 3、4、5、6、7 として、 2^1 ビットを有している。各符号語のビットの総数には、情報ビットの数 k と情報ビットに続くパリティビットの数 P とが含まれる。各符号語の情報率は、符号語中の情報ビットの

数 k を増やしたり減らしたりすることによって変えることができ、各ブロック長は、多くの異なる情報率の値を採ることを可能としている。“ k_{xy} ” は、現在作成中のフレーム N 中の、 y 番目のブロックを符号 x の符号語を用いて作成し送信する際の情報ビット k の数を表している。

【 0 0 5 5 】

図 2 には、情報ビット k とパリティビット p との総和が 1 2 8 ビットの符号語であって、最大ブロック長が N である例が図示されている。最大ブロック長 N は、伝送路の状態が最良のときに送信することができるブロック長である。フレームは、最大ブロック長 N に等価な数の連続する符号化ビットの送信を意味する。

【 0 0 5 6 】

ブロック長の長い符号語は、ブロック長の短い符号語と比較して、パリティ P に対する実際の情報 k の比率を高くすることができる。送られる情報のレート、即ち、情報率 (k/N) を高い値とするために、より長いブロック長を用いることが望ましい。ブロック長選択器 1 4 は、可能であれば常に、予測された伝送路状態で安全に使用することができる最も長いブロック長を選択する。

【 0 0 5 7 】

本実施の形態では、付加パリティビット APB を符号語に付加して、巡回ブロック制御符号の符号語を拡張することにより、8、16、32、64、128 のブロック長を作成している。ブロック誤り制御符号は、 m を 3 以上の連続する整数、即ち、3、4、5、…、 m として、 $n = 2^m - 1$ のブロック長を有している。パリティビットを付加することによって各ブロック長を拡張することで、ブロック長が 2^1 倍という好ましい整数関係になっている。図 2 に示される例では、ブロック長 $2^m - 1$ 、 $m = 3, 4, \dots, 7$ のハミング符号が、1 つのパリティビット APB が付加されることによって拡張されており、ブロック長は適合性を有している。拡張は、エラー制御コーディングにおいて、特定のコンピュータ構造にブロック長を一致させるために一般に用いられる手法である。図 2 では、ブロック長が 128 ビットと 64 ビットのブロックにのみ、付加されたパリティビット APB が示されているが、他のブロックも、同様に付加されたパリティビット

APBを有している。

【0058】

ブロック長選択器15は、伝送路の状態とブロック長の最大値Nとに基づき、ブロック長を選択しフレームを作成する。ブロック長選択器15は、図2に示すフレーム N_8 、 N_{16} 、 N_{32} 、 N_{64} 、 N_{128} を作成する。各フレームにおいてはブロック長は1種類のみ用いられているが、ブロック長選択器15は、予測した伝送路状態に最も相応しくなるように、様々なブロック長を組合わせて各フレームを作成することができる。例えば、伝送路状態予測器14が、フレーム N_{mix} を送信中に伝送路状態が悪化するであろうと予測したときには、ブロック長選択器15は、図3に示すようなフレーム N_{mix} を作成する。即ち、ブロック長選択器15は、伝送路状態が良好であると予測されているフレーム N_{mix} の先頭の期間に対しては、64ビットの長いブロックを選択し、伝送路状態が悪化すると予測された期間に対しては、16、8ビットといった、より短いブロック長を選択する。そして、伝送路状態が良くなってくると予想したフレーム N_{mix} の最後の期間に対しては、ブロック長として32ビットを選択する。このように、組合せが最大ブロック長Nを超えない限り、どのような符号語の組合せによってフレームを作成してもよいことが分かる。

【0059】

このようにして、ブロック長選択器15は、整数関係を有する複数のブロック長からなるグループからブロック長を選択するので、情報率とブロック長とを容易に変えることができる。このため、フェージングが生ずる伝送路を介して送信される情報に対する信頼性の高い情報の全体的な比率を最大とすることができるのである。

【0060】

伝送路送信レートを一定に維持しながらブロック長を変化させることができるため、受信機20の側においては、伝送レートを可変にする必要がなくなる。このため、受信機20を、ブロック長の不一致によりが生じる、送信レートの変化に応じて調整可能とする必要がないため、受信機20をより簡単な構成とすることができ、より安価とすることができる。また、同期をとるための複雑で時間の

かかる処理を低減することができる。

【0061】

また、各々のブロック長が、異なる多くの情報率を採ることができる。ブロック長の選択が可能であることにより、選択可能な情報率の選択肢を増やすことができる。このため、全体として、符号情報の精度をよりよくすることができ、情報率の精度をよくすることができる。

【0062】

符号器15は、送信フレームの基礎として最大ブロック長 N を用いる。図4に示されるように、送信フレームは、ヘッダー H 、パリティを含む通信内容部 (payload with parity) PL 、トレーラー (trailer) T を含んでいる。符号器15は、有効荷重 PL が最大ブロック長 N の整数倍となるように (m を正の整数として、 $PL = mN$ となるように)、送信フレームを作成する。図4に示される例では、 m は4である。 m は1であってもよく、この場合には、フレームの有効荷重 PL は最大ブロック長 N に等しい。

【0063】

複数の互いに整数関係にあるブロック長からなるグループは、例えば、伝送路に生じ得る複数の異なった状態毎に関係付けられて、ROMやRAMといったメモリ内にテーブル形式で記憶される。テーブル形式で記憶されている場合には、ブロック長選択器15は、予測器14から受け取った伝送路状態の予測結果に一致する伝送路状態に対応して、複数のテーブルを検索する。そして、ブロック長選択器15は、予測した伝送路状態と関係付けられたブロック長を選択し、符号器11に選択したブロック長を出力する。

【0064】

表1乃至5は、ブロック長選択器15が、予測器14からの情報に基づいて、符号スケジュールを決定するのに用いる複数のテーブルの例を示している。表1乃至5は、それぞれ8、16、32、64、128の長さを持つ拡張Bose-Chaudhuri-Hocluenghem (eBCH) 符号に関係付けられている。各表は、対応する長さの全てのeBCH符号に対して符号エラーレートを 10^{-4} とするのに必要な、情報率と瞬時SNR状態とを示している。テーブ

ル1乃至5は、全て、軟判定最ゆう復号（SD-MLD）が使用されている場合を示している。図6は、表1乃至5と同一の情報をグラフで示したものである。ここで、縦軸は情報率を、横軸はSNRを示しており、このグラフは、2進移相（BPSK）変調による加算白色ガウス雑音（AWGN）伝送路のカットオフレート（cutoff rate）を参照している。

【0065】

【表1】

ブロック長 8 (SD-MLD)	
情報率	E_b/N_0 (dB)
1/8	-0.6326
4/8	3.7178
7/8	7.0232

【0066】

【表2】

ブロック長 16 (SD-MLD)	
情報率	E_b/N_0 (dB)
1/16	-3.6429
5/16	1.0309
7/16	2.4753
11/16	4.6347
15/16	7.5865

【0067】

【表3】

ブロック長 32 (SD-MLD)	
情報率	E_b/N_0 (dB)
1/32	-6.6532
6/32	-1.6914
11/32	0.3019
16/32	2.1353
21/32	3.5557
26/32	5.3603
31/32	9.6875

【0068】

【表 4】

ブロック長 64 (SD-MLD)	
情報率	E_b/N_0 (dB)
1/64	-9.6635
7/64	-4.4371
10/64	-3.3987
16/64	-1.9633
18/64	-1.5413
24/64	-0.2561
30/64	0.6682
36/64	1.6432
39/64	2.2030
45/64	3.2739
51/64	4.4224
57/64	5.9715
63/64	8.5112

【0 0 6 9】

【表 5】

ブロック長 128 (SD-MLD)	
情報率	E_b/N_0 (dB)
1/128	-12.6738
8/128	-7.2002
15/128	-5.5139
22/128	-4.2890
29/128	-3.3096
36/128	-2.4516
43/128	-1.7071
50/128	-1.0514
57/128	-0.3673
64/128	0.2369
71/128	0.8338
78/128	1.4060
85/128	2.0267
92/128	2.6546
99/128	3.3399
106/128	4.1440
113/128	5.1238
120/128	6.5043
127/128	8.9060

【0 0 7 0】

本実施の形態では、特定のブロック又はフレームに対して予測されたフェージ

ングの深さ（SNRレベル）とフェージングレートとが、予測器14からブロック長選択器15へと送出されると、ブロック長選択器15は複数のテーブルを探して、予測されたSNRよりも小さい値の全てのSNRを見つけ出す。ブロック長選択器15は、これら全てのテーブルから探し出された複数のSNRの中から、予測したSNRに最も近い値のSNRを各々のテーブルより抽出する。ブロック長選択器15は、フェージングレートを使用して、伝送路状態を考慮に入れた場合に安定した通信が行える最も長いブロック長を決定する。そして、ブロック長選択器15は、特定のブロック又はフレームを作成する際に、その最も長いブロック長を求めるために抽出されたSNRに対応する情報率を選択する。

【0071】

例えば、特定のブロック又はフレームの期間、SNRが0デシベルであり、フェージングがゆっくりと変化するとの予測結果をブロック長選択器15が受信した場合には、ブロック長選択器15は複数のテーブルを検索し、0デシベルよりも小さい値のSNR、即ち、負の値のSNRを全て抽出する。具体的には、ブロック長選択器15は、ブロック長8に対してはSNR-0.6326を抽出し、ブロック長16に対してはSNR-3.6429を抽出し、ブロック長32に対してはSNR-3.6532を抽出し、ブロック長64に対してはSNR-0.2561を抽出し、ブロック長128に対してはSNR-0.3673を抽出する。ブロック長選択器15が、最大ブロック長128を使用できる程度にフェージングレートが十分スローであると判断した場合には、ブロック長128のSNR-0.3673に対応する値である57/128を、情報率として選択する。フェージングレートがより速いと予測した場合には、ブロック長選択器15は、より短いブロック長を選択し、対応する情報率を選択する。

【0072】

表6乃至10及び図6は、軟判定最ゆう復号（SD-MLD）の代わりに、硬判定限界距離復号（HD-BDD）、例えば、バーレカンブーマッシュアルゴリズムを使用したときの場合を示している。表6乃至10に示される結果は、復号ワードのエラー確率についての、次の公知の式を使って求められた。

【0073】

【数 1】

$$P_w = \sum_{i=t+1}^n \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i},$$

【 0 0 7 4 】

ここで、

【数 2】

$$p = Q\left(\sqrt{\frac{2E_s}{N_0}}\right).$$

【 0 0 7 5 】

【表 6】

ブロック長 8 (HD-MLD)	
情報率	E_s/N_0 (dB)
1/8	2.12
4/8	6.22
7/8	9.49

【 0 0 7 6 】

【表 7】

ブロック長 16 (HD-MLD)	
情報率	E_s/N_0 (dB)
1/16	-1.13
5/16	3.81
7/16	5.04
11/16	6.86
15/16	9.80

【 0 0 7 7 】

【表 8】

ブロック長 32 (HD-MLD)	
情報率	E_s/N_0 (dB)
1/32	-4.32
6/32	1.43
11/32	2.92
16/32	4.69
21/32	5.85
26/32	7.41
31/32	10.0882

【 0 0 7 8】

【表 9】

ブロック長 64 (HD-MLD)	
情報率	E_s/N_0 (dB)
1/64	-7.52
7/64	-0.37
10/64	0.41
16/64	1.22
18/64	1.63
24/64	3.04
30/64	3.54
36/64	4.12
39/64	4.77
45/64	5.55
51/64	6.52
57/64	7.90
63/64	10.36

【 0 0 7 9】

【表 1 0】

ブロック長 128(HD-MLD)	
情報率	E_s/N_0 (dB)
1/128	-10.51
8/128	-1.83
15/128	-0.98
22/128	-0.12
29/128	0.32
36/128	1.74
43/128	2.00
50/128	2.26
57/128	2.83
64/128	3.13
71/128	3.45
78/128	4.18
85/128	4.59
92/128	5.06
99/128	5.60
106/128	6.26
113/128	7.10
120/128	8.33
127/128	10.62

【0 0 8 0】

受信機 2 0 の復号器 2 1 は、符号器 1 1 から送出され受信する情報に対して、同期している必要がある。このため、伝送路状態推定器 2 3 からの情報は、送信機 1 0 の伝送路状態予測器 1 4 のみならず、同時に、受信機 2 0 の伝送路状態予測器 2 4 にも送出される。伝送路状態予測器 1 4、2 4 は、同一のアルゴリズムを有し、係数を用いて全く同じ計算を行い、伝送路状態の予測について同一の結果を得る。伝送路状態予測器 2 4 はブロック長選択器 2 5 へ予測の結果を出力し、ブロック長選択器 2 5 は、ブロック長選択器 2 5 と同様に動作して、復号器 2 1 へ符号スケジュールを付与する。復号器 2 1 は、符号スケジュールを用いて、変調器 2 2 から送出されてくる信号の予想されるブロック長を決定する。

【0 0 8 1】

送信機の符号器と受信機の復号器とは、入力信号源からの情報を圧縮するために設けられているのではない。しかしながら、かかる入力信号源からの情報を圧縮するための入力信号源圧縮アルゴリズムを設けてもよい。

【 0 0 8 2 】

フィードバック伝送路の信頼性が極めて高い場合には、受信機 2 0 において圧縮アルゴリズムを用い、重みと入力ベクトルとを、フィードバック伝送路 4 0 を介して送信する前に圧縮するようにしてもよい。この場合には解凍アルゴリズムを送信機 1 0 において用いて、LMS フィルターより送出されたフェージングと重みとに関する情報を解凍し、その解凍した情報を伝送路状態予測器 1 4 へ送出する。

【 0 0 8 3 】

図 7 には、本発明の第 2 の実施の形態による放送システム 1 0 1 が示されている。放送システム 1 0 1 は、放送送信機 1 1 0 と、モニター受信機 1 2 5 と、複数の放送受信機 1 2 0 とを有している。放送送信機 1 1 0 は、ノイズやフェージングを伴う通信伝送路 1 3 0 を介して、信号をモニター受信機 1 2 5 と放送受信機 1 2 0 とに送信する。図 7 には、1 つの放送受信機 1 2 0 のみが図示されているが、放送システム 1 0 1 内の他の放送受信機 1 2 0 も構成は同一であるため、説明は省略する。

【 0 0 8 4 】

モニター受信機 1 2 5 は、第 1 の実施の形態による伝送路状態推定器 2 3、伝送路状態予測器 1 4、2 4、ブロック長選択器 1 5、2 5 と同一の機能をもつ、伝送路の状態を予測しブロック長の選択を行う符号スケジュール作成器 1 2 6 を有している。符号スケジュール作成器 1 2 6 は、ブロック長と情報率とを含む符号スケジュールを作成し、例えば、光ファイバーリンク 1 4 0 等の信頼性の高い伝送路を介して、放送送信機 1 1 0 へ送出する。

【 0 0 8 5 】

放送送信機 1 1 0 は、符号器 1 1 1 と変調器 1 1 2 とを有している。符号器 1 1 1 は、モニター受信機 1 2 5 から送出された符号スケジュールを受信し、その符号スケジュール内に指定されたブロック長とタイミングとを用いて、入力信号源からの情報を符号化する。また、符号器 1 1 1 は、符号化された信号中に、復号情報を挿入する。例えば、特定のフレームのヘッダー中に、特定のフレームの符号についての情報を追加するのである。変調器 1 1 2 は、符号化された信号を

ベース帯域からキャリア帯域へ変調し、通信伝送路 1 3 0 を介して送信する。

【 0 0 8 6 】

放送受信機 1 2 0 は復調器 1 2 2 と復号器 1 2 1 とを有している。復調器 1 2 2 は、送信機 1 1 0 から送出された信号を受信し、キャリア信号からベース帯域へ復調する。復号器 1 2 1 では、信号中に挿入された復号情報を用いて、復調器 2 2 からの信号中に、どのようなタイミングでどのような符号語が存在しているのかが分かる。

【 0 0 8 7 】

本発明について、具体的な実施の形態を参照しながら詳細にわたり説明してきたが、本発明は、特許請求の範囲に記載した本発明の範囲で種々の変形や改良が可能である。

【 0 0 8 8 】

例えば、上述の実施の形態では、ブロック長を拡張する手法を用いることによって、整数相互関係にある複数の符号からなるグループを作成したが、拡張しなくとも、もともと整数相互関係を有しているブロック長を含む様々な符号がある。例えば、疑似巡回符号は、もともと整数相互関係を有するブロック長を有している。

【 0 0 8 9 】

本発明は、上述の実施の形態の符号ファミリーに限定されず、いかなる線形ブロック符号にも適用できる。

【 0 0 9 0 】

本発明は、どのようなタイプの通信システムにも応用が可能である。例えば、セルラー通信システムにも応用可能である。この場合、基地局は、伝送路状態をモニターするために、自らが送信した信号を受信するか、又は、伝送路状態をモニターするために別個に、固定の、又は移動の受信機を設ける構成とする。

【 0 0 9 1 】

本実施の形態では、フェージングの深さとフェージングレートとに基づき、伝送路状態を判断したが、送信された信号中に含まれる、様々な異なる情報に基づいて、伝送路状態を判断してもよい。

【 0 0 9 2 】

本実施の形態では、本発明を無線の伝送路を介して通信を行うためのシステムに応用したが、代わりに有線伝送路を介して行われる通信システムに、本発明を応用してもよい。固定した有線を介する場合には、S N Rは、無線通信システムの場合よりも変化が少ないが、それでもなお、固定した有線中のS N Rに応じてブロック長を変えることで、本発明の効果を得ることができるのである。従って、互いに整数倍となるブロック長を用いることにより効果が得られる。

【 0 0 9 3 】

変調器と復調器とは、システムには特に必要なものではない。通常では、変調器はベースバンド信号をキャリア周波数に変調する。復調器は、信号をベースバンドへと復調する。通信システム1が、ベースバンドで通信を行う固定有線通信システムの場合には、変調器や復調器を備える必要はない。変調器や復調器は、ベースバンド情報をパスバンド情報へと変換するためのインターフェースとして機能する。この観点からすると、符号化された情報と送信媒体との間のインターフェースであれば、変調器、復調器に代えてどのようなものを設けてもよい。

【 0 0 9 4 】

本実施の形態では、本発明をブロック符号に応用しているが、コンボリューション符号に用いてもよい。この場合には、コンボリューション符号を、終端符号を用いてブロック符号へ変換する必要がある。符号器の情報ビットの数に依存して定められる個数の複数のゼロが、情報ビットの後に配置される。しかし、終端符号はコンボリューション符号の誤り訂正機能を低下させる。また、ブロック長を非常に長くする必要があるため、伝送路が、フェージングの変化がスローであるような極めてよい状態であることが要求される。

【 0 0 9 5 】

第1の実施の形態による伝送路状態推定器23を、第2の実施の形態における中心に集められて編成された符号スケジュール作成器126に代えてもよい。この場合には、伝送路状態推定器23、伝送路状態予測器14、24は不要となる。変更された伝送路状態推定器23が、ブロック長と情報率とを含む符号スケジュールを作成し、その符号スケジュールを、フィードバック伝送路40を介して

符号器 1 1 に送出し、同時に復号器 2 1 にも送出する。符号器 1 1 は、符号スケジュールによって定められたブロック長とタイミングとを用いて、入力信号源からの情報を符号化する。復号器 2 1 では、符号スケジュールに基づき、復調器 2 2 から送出されてくる信号中の、どこにどういう符号語が存在しているのかが分かる。但し、この構成の場合には、フィードバック伝送路 4 0 を介して送信される情報量が非常に多くなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態による通信システムを示すブロック図。

【図 2】

図 1 に示される通信システムの符号器におけるブロック長の整数相互関係を示す概略図。

【図 3】

整数相互関係を有する、より小さいブロック長から構成される最大のブロック長を示す概略図。

【図 4】

複数の最大のブロック長から決定されるフレームを示す概略図。

【図 5】

8、16、32、64、128ビット長の拡張 BCH 符号による軟判定 MLD を用いて実現し得る情報率を示すグラフ。

【図 6】

8、16、32、64、128ビット長の拡張 BCH 符号による硬判定 MLD を用いて実現し得る情報率を示すグラフ。

【図 7】

本発明の第 2 の実施の形態による放送システムを示すブロック図。

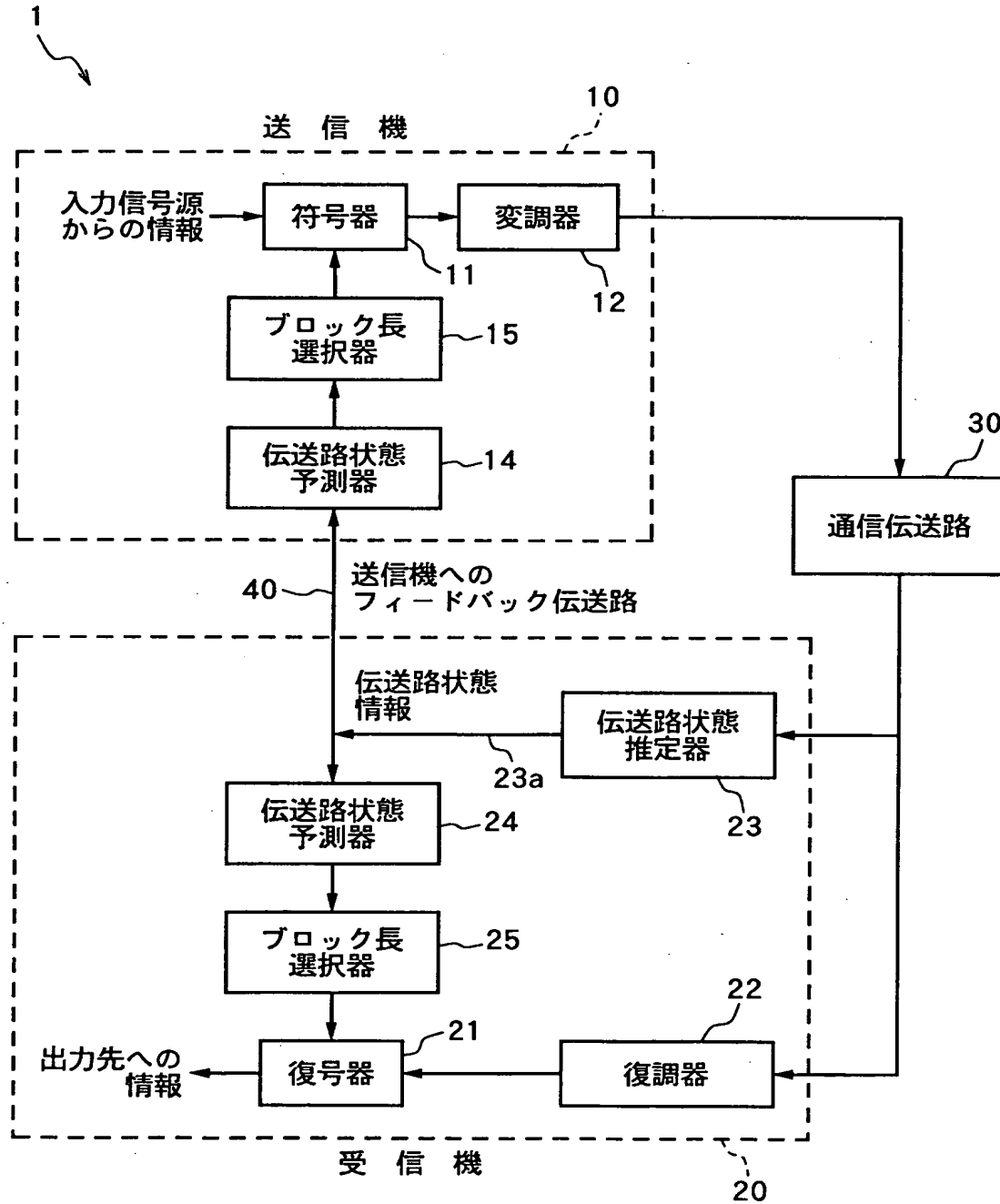
【符号の説明】

- 1 送信システム
- 1 0 送信機
- 1 1 符号器

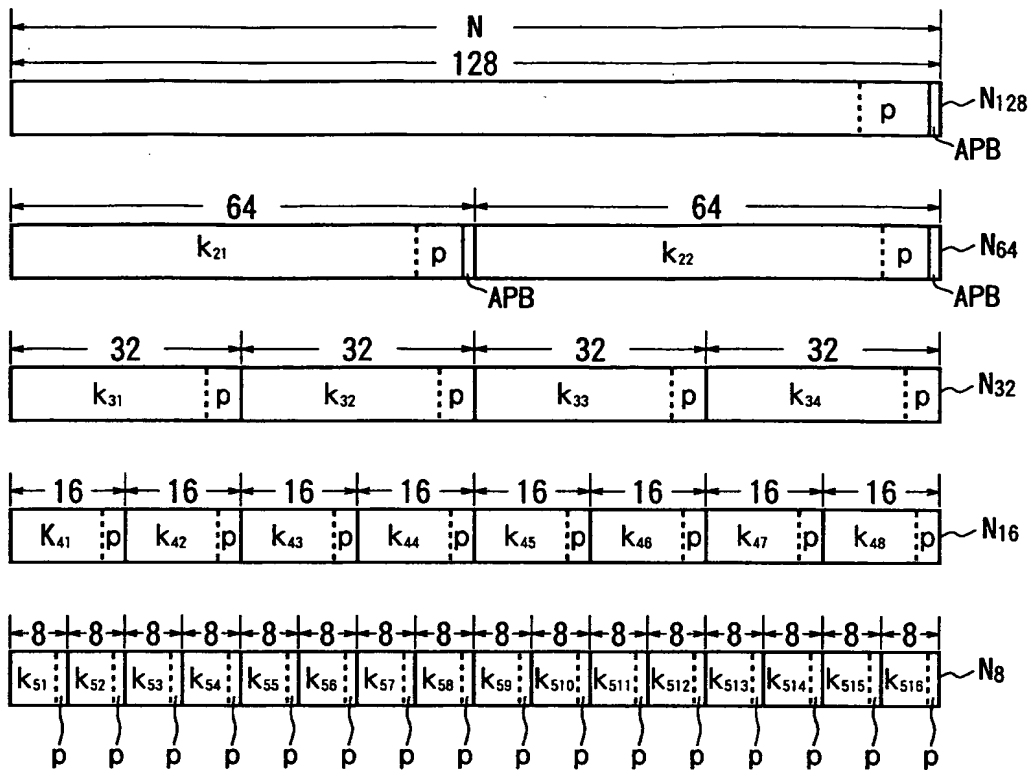
1 4 伝送路状態予測器
1 5 ブロック長選択器
2 0 受信機
2 1 復号器
2 3 伝送路状態推定器
2 4 伝送路状態予測器
2 5 ブロック長選択器
3 0 通信伝送路
4 0 フィードバック伝送路
1 0 1 放送システム
1 1 0 放送送信機
1 1 1 符号器
1 2 0 放送受信機
1 2 1 復号機
1 2 6 符号スケジュール作成器
1 3 0 通信伝送路
1 4 0 光ファイバーリンク

【書類名】 図面

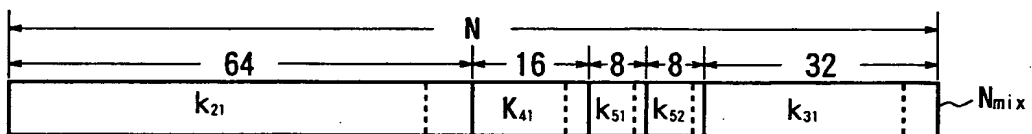
【図 1】



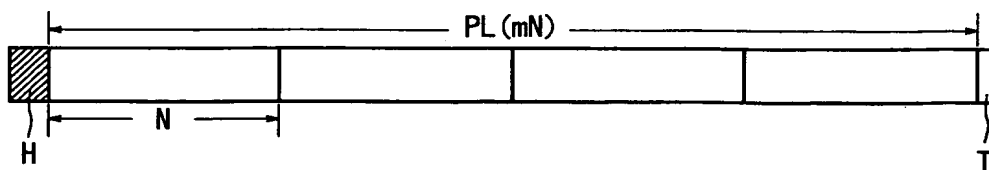
【図 2】



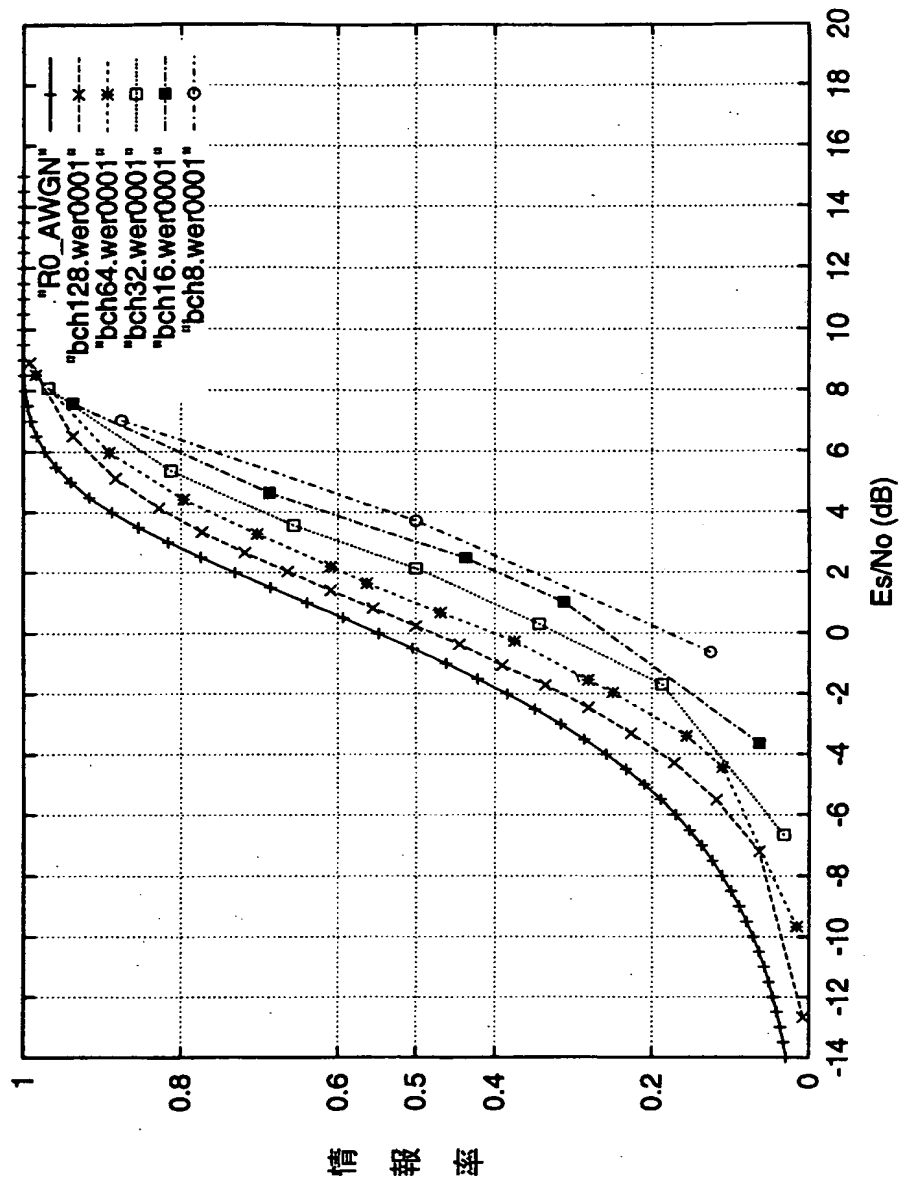
【図 3】



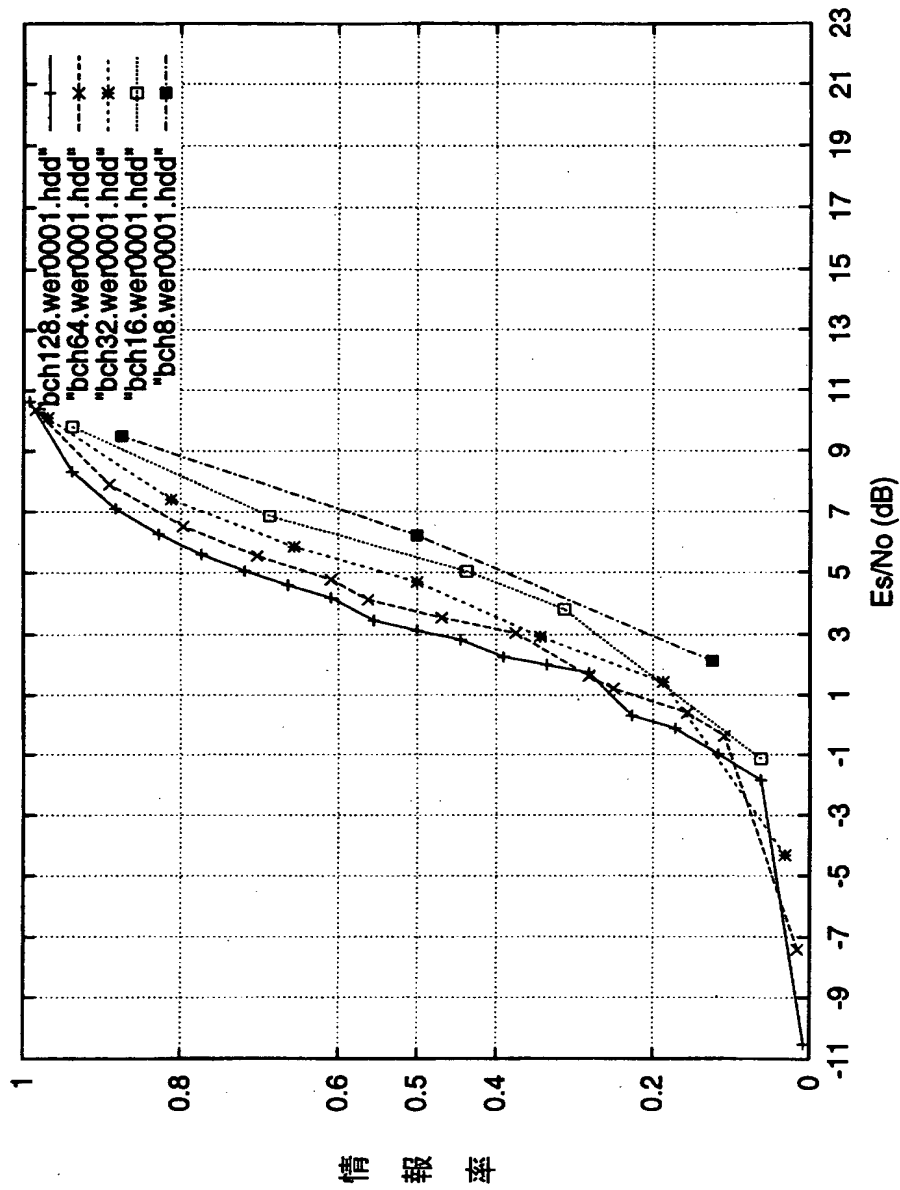
【図 4】



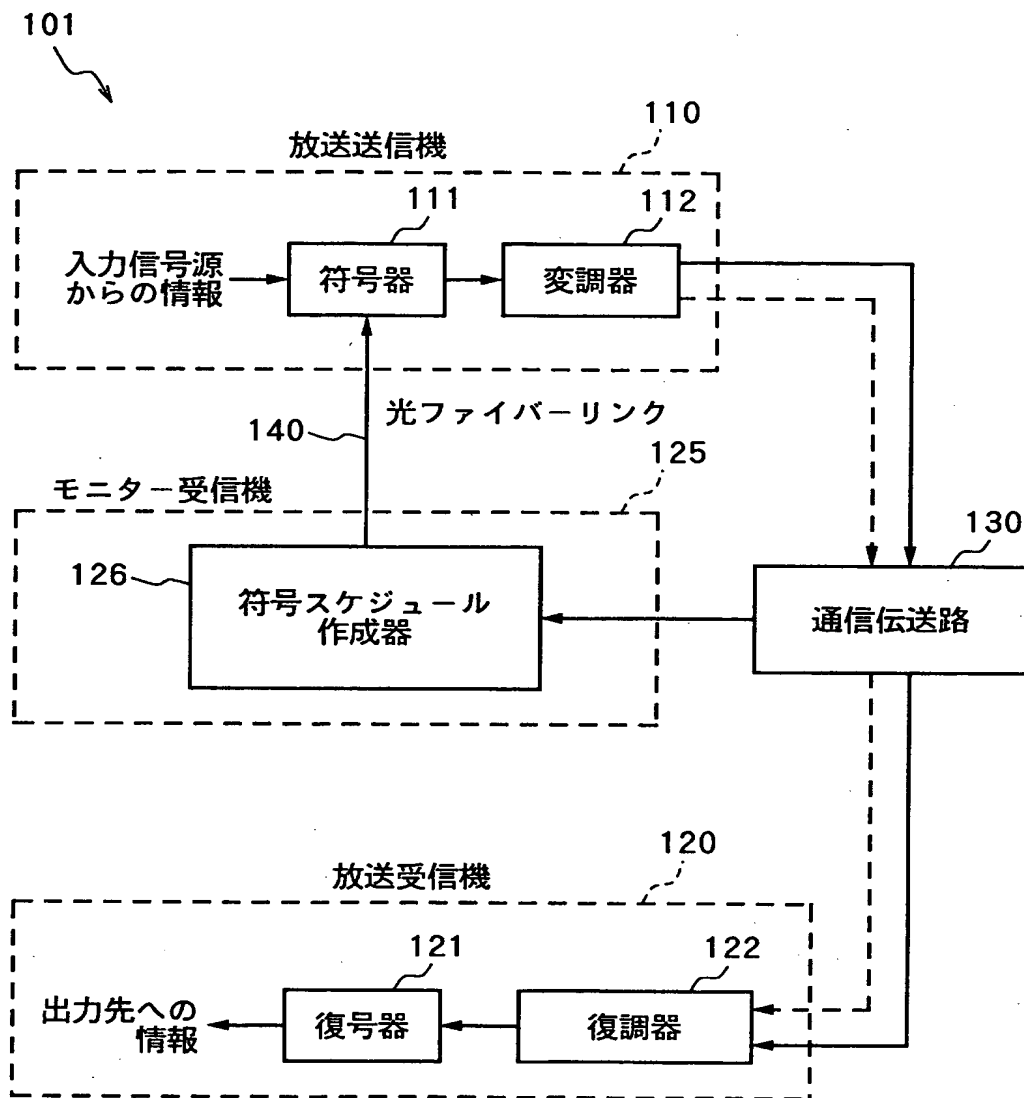
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 同期をとるための複雑な処理や、通信レートを一定にするためのシンボルスタッフィングや長大なフレームを必要としない、通信伝送路を介して信号を送信する送信機、受信機、通信システム、送信方法、及び、受信方法の提供。

【解決手段】 通信伝送路を介して信号を送受信する通信システムは、通信伝送路の状態を評価し、伝送路状態情報を作成する。ブロック長選択手段は、整数相互関係を有する複数のブロック長からなるグループから、伝送路状態情報に依存した複数のブロック長を選択して、ブロック長スケジュールを作成する。符号化及び復号化が、ブロック長スケジュールに基づき行なわれる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 2 3 1 8 2 6
受付番号	5 0 0 0 1 2 6 9 0 2 6
書類名	翻訳文提出書
担当官	内山 晴美 7 5 4 5
作成日	平成 1 2 年 1 0 月 5 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 9月29日
【特許出願人】	
【識別番号】	000002185
【住所又は居所】	東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
【氏名又は名称】	ソニー株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100099829
【住所又は居所】	東京都文京区湯島 3 丁目 3 7 番 4 号 湯島東急ビ ル 6 階 北澤・小泉特許事務所
【氏名又は名称】	市川 朗子

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名 ソニー株式会社